



**Tânia Marisa da
Silva Almeida**

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO E REFORÇO EM EDIFÍCIOS TRADICIONAIS



**Tânia Marisa da
Silva Almeida**

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO E REFORÇO EM EDIFÍCIOS TRADICIONAIS

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Dr. Aníbal Guimarães da Costa, Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Professor Doutor Hugo Filipe Pinheiro Rodrigues, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã, ao meu namorado e à minha melhor amiga...

o júri / the jury

presidente / presidente

Prof. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa

Professora Associada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

vogais / examiners committee

Prof. Doutor João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (arguente principal)

Prof. Doutor Aníbal Guimarães da Costa

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais e irmã que tornaram esta fase da minha vida possível, foram eles que me “alinhavaram” para ser a pessoa que sou hoje; ao meu namorado Michael Monteiro que esteve ao meu lado durante o processamento desta dissertação, me apoiou e ajudou sempre no que pôde; à minha melhor amiga Maryse Oliveira, pois como ela não há igual e acompanhou-me desde o início deste percurso acadêmico; e ao meu amigo Vítor Machado, pela amizade, disponibilidade e presença desde que estou neste curso. Quero agradecer também a todos aqueles que estiveram presentes ao longo desta minha vida de universitária, desde os amigos de ciências do mar, aos das residências, aos da engenharia civil e aos que cruzei no Brasil e por aí.

A todos, um muito obrigada.

palavras-chave

Edifícios tradicionais, Anomalias, Típicas causas, Reabilitação, Reforço, Custos.

Resumo

O presente trabalho tem como base a reabilitação e reforço de edifícios tradicionais, mais concretamente as técnicas aplicadas nesta área. A abordagem deste tema surge essencialmente devido ao panorama atual, com a existência de um grande número de edifícios tradicionais, que devem ser conservados de forma a preservar o património arquitetónico português.

Desta forma pretende-se conhecer os tipos de edifícios tradicionais existentes em Portugal e no estrangeiro, as anomalias principais e suas típicas causas e por fim as técnicas de reabilitação e reforço a aplicar, de maneira a serem feitas comparações entre países. Para além disto pretende-se apresentar uma visão geral sobre os custos de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais. No fim, apresentam-se algumas conclusões sobre o assunto e propostas de trabalhos futuros, de modo a se facilitarem os conhecimentos e investimentos nesta área.

Keywords

Traditional buildings, Anomalies, Typical causes, Rehabilitation, Strengthening and Costs.

Abstract

The present work is based on the rehabilitation and strengthening of traditional buildings, more specifically the techniques applied in this area. The approach of this theme arises essentially due to the current perspectives, with the existence of a large number of traditional buildings, which should be preserved in order to maintain the Portuguese architectural heritage.

This way is thus to get to know better the different types of traditional buildings existing in Portugal and abroad, the main anomalies and its typical causes and finally the rehabilitation and reinforcement techniques to be applied, in order to be made comparisons between countries. In addition to this, it is intended to present an overview of the costs of rehabilitation and strengthening of traditional buildings. At the end we present some conclusions on the matter and proposals for future work, in order to facilitate the knowledge and investments in this area.

Índice

CAPÍTULO 1	1
Introdução	1
1.1. Considerações preliminares	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura da dissertação	3
CAPÍTULO 2	5
Construções tradicionais	5
2.1. Portugal	5
2.1.1. Fundações (Appleton,2011)	5
2.1.2. Paredes estruturais	8
2.1.3. Paredes divisórias	21
2.1.4. Pavimentos	22
2.1.5. Coberturas	25
2.1.6. Revestimentos e acabamentos	29
2.2. Estrangeiro	37
2.2.1. Alemanha	39
2.2.2. Itália	41
2.2.3. França	44
2.2.4. Espanha	47
2.2.5. Luxemburgo	49
2.2.6. Colômbia	50
2.3. Semelhanças e diferenças	51
CAPÍTULO 3	53
Anomalias e suas típicas causas	53
3.1. Portugal	53
3.1.1. Fundações	53
3.1.2. Paredes estruturais	56
3.1.3. Paredes divisórias	62
3.1.4. Pavimentos	64
3.1.5. Coberturas	68
3.1.6. Revestimentos e acabamentos	71

3.2. Estrangeiro	79
3.2.1. Alemanha (Nachwachsende, n.d.).....	79
3.2.2. Itália	81
3.2.3. França.....	83
3.2.4. Espanha	84
3.2.5. Luxemburgo	85
3.2.6. Colômbia (A. C. De et al., n.d.)	85
3.3. Semelhanças e diferenças	86
CAPÍTULO 4	89
Técnicas de reabilitação e reforço	89
4.1. Portugal	90
4.1.1. Fundações	91
4.1.2. Paredes estruturais.....	108
4.1.3. Paredes divisórias.....	131
4.1.4. Pavimentos	133
4.1.5. Coberturas	141
4.1.6. Revestimentos e acabamentos	145
4.2. Estrangeiro	150
4.2.1. Alemanha (Nachwachsende, n.d.).....	150
4.2.2. Itália.....	154
4.2.3. França	156
4.2.4. Espanha	158
4.2.5. Luxemburgo	160
4.2.6. Colômbia (Parent, 2010)	161
4.3. Semelhanças e diferenças.....	163
CAPÍTULO 5	165
Custos	165
CAPÍTULO 6	169
Conclusões.....	169

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação esquemática de fundação direta (Raquel & Roseiro, 2012).....	6
Figura 2 - Representação esquemática de fundação semidirecta (Raquel & Roseiro, 2012)	7
Figura 3 - Representação esquemática de fundação indirecta (Raquel & Roseiro, 2012)	7
Figura 4 - Esquema representativo do processo de execução de fundações indirectas (Raquel & Roseiro, 2012) 8	
Figura 5 - Mapa litológico de Portugal (“Paisagens geológicas e ciclo das rochas,” n.d.)	10
Figura 6 - Parede de alvenaria de pedra corrente (Ir, Reabilitação, Em, & Pedra, n.d.) & (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.)	11
Figura 7 - Paredes de alvenaria de pedra aparelhada e em perpianho (Ir et al., n.d.) & (“edifícios em pedra - Pesquisa Google,” n.d.).....	12
Figura 8 - Exemplo de edifício de cantaria, Convento de Mafra (Ir et al., n.d.)	13
Figura 9 - Esquema representativo de parede de alvenaria com junta argamassada de duas faces (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.).....	13
Figura 10 - Paredes de alvenaria de pedra com junta seca (A. De, 2010) & (Ir et al., n.d.).....	14
Figura 11 - Exemplos de paredes mistas (Ir et al., n.d.)	15
Figura 12 - Exemplo de parede de alvenaria de tijolo cozido (Sousa, 2003).....	15
Figura 13 - Mapa representativo das construções em terra (“Construção de Tabique da AMTQT,” n.d.)	16
Figura 14 - Exemplos de estruturas em adobe (Varum et al., 2005).....	17
Figura 15 - Exemplo da sequência de operações na construção de paredes de taipa (S. P. Em, 2010).....	18
Figura 16 - Exemplos de edifícios de taipa (Sousa, 2003)	19
Figura 17 – Exemplos de paredes em taipa fasquio ou tabique (S. P. Em, 2010) & (“paredes em tabique - Pesquisa Google,” n.d.).....	20
Figura 18 - Exemplos de paredes interiores em tabique e com uso de cruces de Santo André (Jo & Disserta, 2010).....	21
Figura 19 - Exemplo de pavimento térreo (“pavimentos lajedos de pedra - Pesquisa Google,” n.d.).....	22
Figura 20 - Exemplos de vigas encastradas em paredes de alvenaria (Ilharco & Pinho, 2008)	23
Figura 21 - Exemplos de ferrolhos (Ilharco & Pinho, 2008)	24
Figura 22 - Esquema representativo do apoio de frechais em paredes (Ilharco & Pinho, 2008)	24
Figura 23 - Representação esquemática do apoio das vigas em frechais (Ilharco & Pinho, 2008)	25
Figura 24 – Sistemas de ventilação dos pavimentos térreos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008).....	25
Figura 25 - Exemplo de edifícios com coberturas planas (Faro) (“coberturas em terraço antigas - Pesquisa Google,” n.d.)	26
Figura 26 - Representação esquemática de diversos tipos de coberturas inclinadas (Antigos, 2007a)	27
Figura 27 - Esquema representativo de uma asna simples (Antigos, 2007a).....	28
Figura 28 - Pormenores construtivos de assentamentos dos apoios das asnas (Antigos, 2007a)	29
Figura 29 - Exemplo de rebocos antigos (Pinturas, 2007).....	31

Figura 30 - Exemplo de pavimentos em lajedos de pedra e tijoleiras (“lajedos de pedra edificios - Pesquisa Google,” n.d.) & (“pavimentos interiores edificios antigos - Pesquisa Google,” n.d.).....	32
Figura 31 - Exemplo de duas camadas de soalho (Ilharco & Pinho, 2008).....	33
Figura 32 – Exemplo de arcos à vista (Raquel & Roseiro, 2012).....	33
Figura 33 - Exemplo de tetos estucados (E. Em, 2010).....	34
Figura 34 – Exemplo de revestimento de cobertura com telhas canudo (Tr et al., 2009).....	35
Figura 35 - Exemplo de revestimento de cobertura em telhas romanas (Tr et al., 2009).....	35
Figura 36 - Exemplo de telhado com telhas Marselha (Tr et al., 2009).....	36
Figura 37 - Exemplo de revestimento de cobertura em ardósia (Tr et al., 2009).....	36
Figura 38 - Gráfico do panorama da reabilitação a nível Europeu, 2011 (“Reabilitação habitacional e o setor da construção civil Sumário,” n.d.).....	38
Figura 39 – Exemplo de edificios tradicionais alemães construídos com o sistema de enxaimel (“Posts about traditional buildings in germany on Starting over in Stuttgart,” n.d.)	40
Figura 40 - Exemplo de edificios italianos em adobe (“‘non spingente’ del trilitte,” n.d.).....	41
Figura 41 - Exemplo de alvenaria de pedra regular em edificios italianos (Muratura, n.d.).....	42
Figura 42 - Exemplo de métodos construtivos à base de argila (Muratura, n.d.).....	42
Figura 43 - Exemplo de paredes divisórias em edificios italianos (Faccio, 2013).....	43
Figura 44 - Exemplo de pavimentos de madeira em edificios tradicionais de Itália (Faccio, 2013).....	43
Figura 45 - Exemplos de revestimentos de coberturas em terraço (Costruttivi & Storica, 2010)	44
Figura 46 – Exemplos, por zona, da variedade de construção de edificios tradicionais franceses (“CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D ’ ENERGIE,” n.d.).....	45
Figura 47 - Exemplo de vista dos telhados de Paris revestidos com zinco (Braga, n.d.).....	47
Figura 48- Exemplo de edifício espanhol construído em taipa (Fernandes, 2006).....	48
Figura 49- Vista sobre telhados espanhóis (Geográfica et al., n.d.)	48
Figura 50 - Exemplos de constituição de paredes estruturais e divisórias no Luxemburgo	49
Figura 51 – Exemplos de telhados em amianto-cimento no Luxemburgo (Pr, n.d.).....	50
Figura 52 - Exemplos de edificios colombianos construídos com sistemas de adobe e taipa (A. C. De, Sismica, & Social, n.d.).....	51
Figura 53 - Exemplo de anomalias nas fundações de deterioração dos materiais e fissurações causadas por variações de humidade e assentamentos (Civil, 2012b).....	55
Figura 54 - Exemplos de fissuração e desagregação de paredes estruturais (Tavares, 2011)(Raquel & Roseiro, 2012).....	57
Figura 55 - Exemplo da criação de fungos e bolores causado ausência de isolamentos (Raquel & Roseiro, 2012).....	58
Figura 56 - Exemplo de degradação dos elementos de madeira nas paredes estruturais (Minho, 2002)	59
Figura 57 – Exemplos de desagregação de materiais, assentamentos de fundações e fissuração em paredes de adobe (Varum et al., 2005)	60

Figura 58 - Exemplo de apodrecimento da madeira nas zonas de ligação parede divisória-parede exterior (Miguel & Rodrigues, 2010).....	63
Figura 59 - Exemplos de ataques de agentes xilófagos e fungos de podridão nos pavimentos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008).....	65
Figura 60 - Exemplos de defeitos nas peças de madeira (Ilharco & Pinho, 2008).....	67
Figura 61 - Exemplo de degradação de elementos estruturais da cobertura (Antigos, 2007b)	69
Figura 62 - Exemplos de fissuras e deslocamentos nas coberturas (Mestrado & Engenharia, 2009)	70
Figura 63 - Exemplos de alterações de cor, de desprendimento e destacamento dos revestimentos e acabamentos (Miguel & Rodrigues, 2010).....	74
Figura 64 - Exemplo de degradação dos elementos de revestimento dos pavimentos (Raquel & Roseiro, 2012)	74
Figura 65 – Exemplo de presença de humidade nos tetos (Coberturas, 2009)	75
Figura 66 - Exemplos de pontos singulares mal concebidos e de deformações excessivas (Coberturas, 2009)	77
Figura 67 - Exemplos de biodeterioração dos revestimentos de coberturas (Miguel & Rodrigues, 2010)	77
Figura 68- Exemplos de degradação dos revestimentos das paredes e coberturas de edifícios tradicionais alemães (Nachwachsende, n.d.)	81
Figura 69 - Exemplo de degradação dos materiais causado pelas águas (Russo, 2006)	82
Figura 70 - Exemplo de degradação dos elementos de madeira das coberturas (Mater et al., 2009)	83
Figura 71 – Exemplo de problemas de oxidação nos telhados de zinco (Parent, 2010)	84
Figura 72 - Exemplos de anomalias causadas pela ação sísmica (A. C. De et al., n.d.).....	86
Figura 73 - Esquema representativo do sistema de injeções de compactação do solo (Civil, 2012a).....	93
Figura 74- Esquema representativo do sistema de <i>Jet-Grouting</i> (Civil, 2012a).....	94
Figura 75 – Esquema de consolidação de fundações através de injeção (Reabilita & Funda, 2014).....	96
Figura 76 - Representação esquemática do confinamento lateral de fundações (LIVRO).....	97
Figura 77 – Representação esquemática do alargamento de fundações contínuas e dos seus diagramas de tensões (Segurança & João, 2010)	98
Figura 78 – Esquema representativo do reforço de fundações por troços (Reabilita & Funda, 2014).....	98
Figura 79 - Representação esquemática de algumas geometrias possíveis de alargamento de fundações (Reabilita & Funda, 2014)	99
Figura 80 - Esquema representativo de alargamento com reforço transversal (Reabilita & Funda, 2014)	99
Figura 81 – Exemplo de alargamento de sapatas isoladas (Reabilita & Funda, 2014)	100
Figura 82 - Esquema representativo de recalce profundo (Reabilita & Funda, 2014)	101
Figura 83 – Representação esquemática do recalçamento faseado de fundações (Segurança & João, 2010) ..	102
Figura 84 – Representação esquemática da junção entre as técnicas de alargamento e recalçamento (Reabilita & Funda, 2014).....	102
Figura 85 – Representação esquemática da solução de reforço de fundações através de estacas (LIVRO).....	103
Figura 86 - Representação esquemática do reforço com estacas em fundações acessíveis apenas de um lado (Segurança & João, 2010).....	104

Figura 87 – Representação esquemática da solução de reforço com microestacas (Raquel & Roseiro, 2012)	106
Figura 88 – Exemplo da aplicação da técnica de consolidação de alvenarias através da injeção sob pressão e por gravidade (Raquel & Roseiro, 2012)	110
Figura 89 – Exemplos da técnica de desmonte e reconstrução de paredes de alvenaria (Miguel & Rodrigues, 2010)	111
Figura 90 - Exemplo de parede de alvenaria de pedra antes e após refechamento de juntas (Miguel & Rodrigues, 2010)	112
Figura 91 – Exemplo de procedimento de refechamento de juntas com armadura (Miguel & Rodrigues, 2010)	113
Figura 92 – Exemplo da aplicação de rebocos armados (Miguel & Rodrigues, 2010)	115
Figura 93 – Projeção de betão em paredes de alvenaria aplicando a técnica de encamisamento (Raquel & Roseiro, 2012)	116
Figura 94 – Representação esquemática da aplicação da técnica de reforço com materiais compósitos (Jo & Disserta, 2010)	117
Figura 95 –Esquema representativo da aplicação da técnica de pregagens generalizada em paredes de alvenaria (Minho, 2002)	118
Figura 96 - Esquema representativo da aplicação da técnica de reforço de paredes com pregagens transversais (Jo & Disserta, 2010)	119
Figura 97 – Esquema representativo da aplicação de pregagens em costura entre paredes ortogonais (Miguel & Rodrigues, 2010)	120
Figura 98 - Exemplo de tirante como técnica de reforço de paredes de alvenaria (Miguel & Rodrigues, 2010)	120
Figura 99 – Representação esquemática do reforço de um edifício com a técnica do pré-esforço (Minho, 2002)	121
Figura 100 - Exemplo da aplicação da técnica de cintagem de edifícios (Miguel & Rodrigues, 2010)	122
Figura 101 – Exemplo de aplicação da técnica de sistemas porticados em betão armado (Raquel & Roseiro, 2012)	123
Figura 102 – Representação esquemática da técnica de barreiras químicas contra a humidade ascensional por injeção (P. Em & Alvenaria, n.d.)	123
Figura 103 - Representação esquemática da aplicação de barreiras químicas contra a humidade ascensional por transfusão (P. Em & Alvenaria, n.d.)	124
Figura 104 – Diferenças entre zona com tratamento hidrófugo e zona sem este tratamento na mesma superfície (P. Em & Alvenaria, n.d.)	125
Figura 105 - Exemplo de inspeção de elementos de madeira degradados (E. Em & De, 2010)	126
Figura 106 – Exemplo de enchimentos com novos materiais (Jo & Disserta, 2010)	126
Figura 107 – Esquema representativo da aplicação de parafusos para tratamento de fendas (Jo & Disserta, 2010)	127

Figura 108 - Representação esquemática de contra-fachada em gesso cartonado e isolante (com e sem caixa de ar) (E. Em & De, 2010).....	128
Figura 109 - Esquema representativo de revestimento de fachadas com isolamento (E. Em & De, 2010).....	129
Figura 110 - Representação esquemática de um sistema de isolamento pelo exterior (E. Em & De, 2010)...	130
Figura 111 – Reconstrução de paredes divisórias através da técnica de cruces de Santo André (Miguel & Rodrigues, 2010)	132
Figura 112 – Representação esquemática da aplicação de novas vigas (Raquel & Roseiro, 2012).....	134
Figura 113 - Esquema representativo da introdução de vigas dispostas paralelamente às existentes (Raquel & Roseiro, 2012)	135
Figura 114 - Exemplo da aplicação de reforço das zonas degradadas com elementos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)	135
Figura 115 - Exemplo da aplicação de reforço das zonas degradadas com elementos metálicos (Ilharco & Pinho, 2008)	136
Figura 116 - Exemplo da substituição de troços reforçada com elementos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)	136
Figura 117 – Representação esquemática da reconstituição de troços com argamassas epoxídica ou à base de resinas de poliéster (Ilharco & Pinho, 2008).....	137
Figura 118 – Representações esquemáticas das técnicas de reabilitação de pavimentos de madeira na zona da ligação pavimento-parede (Raquel & Roseiro, 2012)	138
Figura 119 - Exemplo de tarugamento de pavimentos (Raquel & Roseiro, 2012)	139
Figura 120 - Representação esquemática do encamisamento de pavimento com estrutura de abóbada (Appleton,2011).....	140
Figura 121- Reforço de elementos de madeira através de empalmes reforçados (Antigos, 2007b).....	142
Figura 122 - Representação esquemática da aplicação de reforço de elementos de madeira com armaduras longitudinais (Antigos, 2007b)	142
Figura 123 – Representação esquemática da introdução de novos apoios (Antigos, 2007b).....	143
Figura 124 - Exemplo de substituição de zonas degradadas por próteses de madeira (Antigos, 2007b)	143
Figura 125 - Aplicação de cruces de santo André e de escoras boneca para se resolverem problemas de contraventamento (Antigos, 2007b).....	144
Figura 126 – Exemplos de incompatibilidade de materiais e de descaracterização de edifícios (Civil, 2010)	145
Figura 127 – Exemplo de consolidação de revestimentos através de injeção (E. Em, 2010)	147
Figura 128 – Exemplos de melhoria de fixações dos revestimentos das coberturas (Do et al., 2009)	148
Figura 129 - Exemplo de aplicação de subtelha (Coberturas, 2009)	148
Figura 130 - Exemplos de reabilitação de revestimentos de coberturas inclinadas (Coberturas, 2009).....	149
Figura 131 - Exemplo de aplicação de isolamento térmico nas coberturas (Coberturas, 2009).....	149
Figura 132 - Exemplos de aplicação de isolamento térmico nas paredes (Nachwachsente, n.d.)	151
Figura 133 - Exemplos de aplicação de isolamentos em coberturas (Nachwachsente, n.d.).....	152
Figura 134 - Exemplo de impermeabilização de fundações (Nachwachsente, n.d.)	153

Figura 135 - Exemplo de aplicação da técnica de secagem térmica (Nachwachsende, n.d.)	153
Figura 136 - Representação esquemática de piso térreo (Nachwachsende, n.d.)	154
Figura 137 - Exemplo de reabilitação e reforço de pavimentos elevados (Nachwachsende, n.d.)	154
Figura 138- Exemplo de técnica de redução de ascensão de humidade por capilaridade (Integrata et al., 2005)	155
Figura 139 - Exemplo de aplicação do sistema de electroosmose (Integrata et al., 2005)	156
Figura 140 - Pormenores construtivos de pontos singulares de telhados de zinco (Vi, n.d.)	157
Figura 141 - Exemplo de aplicação de peças metálicas para reabilitação de fissuras (“Herramienta 8,” n.d.)	158
Figura 142 - Esquema representativo de várias formas de reforço de elementos de madeira das estruturas dos pavimentos e coberturas (“Herramienta 8,” n.d.)	159
Figura 143 - Exemplo de reforço de pavimentos através da construção de camadas de betão armado (“Herramienta 8,” n.d.)	160
Figura 144 - Esquemas representativos de reforço de estruturas em arcos ou abobadas (“Herramienta 8,” n.d.)	160
Figura 145 - Esquema representativo do reforço de paredes relativamente às ações sísmicas (A. C. De et al., n.d.)	162
Figura 146 - Gráfico das opiniões sobre custos das obras de reabilitação e reforço comparadas com as construções novas (Filipa & Machado, 2011)	166

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resumo de anomalias e típicas causas nas fundações	55
Tabela 2 - Resumo das anomalias e típicas causas em paredes estruturais	61
Tabela 3 - Resumo das anomalias e típicas causas em paredes divisórias	64
Tabela 4 - Resumo das anomalias e típicas causas para pavimentos	68
Tabela 5 - Resumo das anomalias e típicas causas em coberturas	71
Tabela 6 - Resumo das anomalias e típicas causas dos revestimentos e acabamentos.....	78

Lista de siglas e abreviaturas

AFRP – *Aramid Fiber Reinforced Polymer*

CFRP – *Carbon Fiber Reinforced Polymer*

FRP – *Fiber Reinforced Polymer*

GFRP – *Glass Fiber Reinforced Polymer*

RECRIA – Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis arrendados

REHABITA – Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas

RECRIPH – Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal

SOLARH – Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação

Glossário

Alvenaria – conjunto de elementos de pequena dimensão (tijolos, pedras ou blocos) sobrepostos e arrumados, ligados ou não por argamassa formando muros, paredes, fundações ou pontes. Quando este conjunto sustenta uma construção, tratar-se de alvenaria estrutural.

Conservação dos edifícios – conjunto de ações destinadas a prolongar o tempo de vida de um edifício através de medida tomadas para prevenir a degradação e serve para salvaguardar valores históricos e arquitetónicos.

Entregas das vigas – extremidades dos vigamentos.

Manutenção de edifícios – conjunto de operações preventivas destinadas a manter o bom funcionamento da edificação e das suas partes constituintes.

Perpianho – pedra aparelhada disposta em alvenaria de modo que atravessasse toda a espessura da parede ou muro.

Reabilitação – trata-se do conjunto de ações que têm como objetivo tornar funcional e normalmente melhorar um edifício ou um conjunto de edifícios.

Restauro – conjunto de ações especializadas com vista à recuperação da imagem, da conceção original ou do momento áureo da história de um edifício.

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1. Considerações preliminares

Hoje em dia, especialmente em países Europeus, existe uma grande diversidade de edifícios tradicionais e cidades históricas que são confrontadas constantemente com temas como a reabilitação, o restauro e a conservação de edifícios, o que é normal, visto que se tratam de edificações com mais de 50 anos, de uma era anterior ao modernismo do betão armado que surgiu no início dos anos 40 do século XX, cujas técnicas continuaram a ser utilizadas mesmo depois do aparecimento do betão.

Portugal, é um dos países da Europa com menor percentagem de reabilitação, visto que a construção nova ainda é uma realidade neste país e os programas públicos de apoio à reabilitação ainda são bastante ineficazes (Prof, Loforte, Ribeiro, Eng, & Gaspar, 2008). Por outro lado com a crise, e o elevado número de habitações, já não se conseguem escoar as casas novas, logo o conceito de reabilitar ainda não é atualidade. Mas esta tendência tem vindo a ser invertida, uma vez que foram lançados novos programas de apoio à reabilitação, o que fez com que se captasse a atenção de projetistas e construtores para esta nova área (E. Em & De, 2009). Alguns programas de apoio financeiro concedido pelo Estado para ações de reabilitação são RECRIA, REHABITA, RECRIPH e o SOLARH (Sofia & Dinis, 2010).

O mundo da construção quer tornar-se cada vez mais sustentável e “limpo” e desta forma a reabilitação é o caminho mais indicado, pois evitam-se demolições, o lixo de obra deste tipo de edifícios é natural e reutilizável e os materiais utilizados não são tão poluentes (Unido, n.d.).

Os centros históricos de países como Portugal, Itália, Espanha, França, *etc.*, encontram-se cada vez mais degradados e até mesmo despovoados, uma vez que apresentam más condições de impermeabilização, acústicas, da própria estrutura, *etc.* Deste modo, para não se perderem povoações neste tipo de zonas urbanas, a reabilitação e restauro de edifícios tradicionais tem sido uma realidade nos dias de hoje.

Assim, ao longo deste trabalho serão estudados edifícios tradicionais, aqueles construídos essencialmente com matérias primas, isto é, com materiais naturais como a madeira, a pedra, a terra. Serão ainda analisadas as suas anomalias e causas, as técnicas de reabilitação e reforço deste tipo de

edificações e ainda uma avaliação de custos, para edifícios tradicionais portugueses e de outros países europeus, com vista a promover a reabilitação.

1.2. Objetivos

A dissertação “Técnicas de reabilitação e reforço em edifícios tradicionais” a apresentar, tem como principal objetivo uma recolha e avaliação de técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais. Sabendo que edifícios deste tipo já se começam a encontrar degradados e com problemas, com este trabalho pretende-se apresentar um vasto catálogo das anomalias e suas típicas causas e ainda possíveis técnicas a aplicar para os proteger, reabilitar e reforçar.

Deste modo, tem-se como objetivo a comparação de edifícios tradicionais portugueses com edifícios tradicionais estrangeiros, a observação de semelhanças e diferenças entre as anomalias e causas típicas para o aparecimento destas, a avaliação das técnicas de reforço e reabilitação utilizadas e ainda um confronto entre custos nos diferentes países. Assim, a comparação com técnicas estrangeiras ajuda a conhecer novos métodos e pretende-se então obter um conhecimento aprofundado de técnicas de reabilitação e reforço para que se consigam encontrar soluções viáveis, económicas e aplicáveis em Portugal com o objetivo de tornar os processos de reabilitação facilitados e desta forma salvar os edifícios tradicionais, o património do país.

1.3. Metodologia

Técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais é um tema bastante geral e teórico, sendo assim a realização deste trabalho foi baseada numa pesquisa aprofundada sobre o tema. Com esta pesquisa obteve-se uma gama de edifícios tradicionais e materiais tipicamente utilizados, analisaram-se as anomalias e típicas causas dos mesmos e apresentaram-se técnicas de reabilitação e reforço para tais problemas encontrados. Então irá fazer-se uma análise sistemática do que existe e uma comparação entre Portugal e o estrangeiro.

Por outro lado, para além da pesquisa foram realizadas algumas entrevistas, (que estão apresentadas no anexo I e foram complementadas com chamadas telefónicas) com entidades portuguesas e de outros países que trabalham ou estudam nesta área. Desta forma conseguiram-se algumas informações importantes acerca dos métodos de reabilitação e reforço utilizados no estrangeiro, bem como do tipo de edifícios tradicionais que se podem encontrar e dos custos de realização deste tipo de obras.

1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação “Técnicas de reabilitação e reforço em edifícios tradicionais” encontra-se dividida em seis capítulos. Apresenta-se em seguida, de forma sucinta, as descrições do conteúdo de cada capítulo:

Através do Capítulo 1 (Introdução) foi feito um enquadramento geral do tema em estudo, mostrando assim os principais objetivos e motivações, bem como as metodologias que levaram à realização deste trabalho. Apresenta-se também nesta parte, resumidamente o conteúdo de cada capítulo que compõe esta dissertação.

O Capítulo 2 (Construções tradicionais) apresenta uma pesquisa aprofundada dos vários tipos de construções tradicionais e materiais utilizados neste tipo de edifícios, em Portugal e no estrangeiro. Os mesmos serão comparados com os edifícios tradicionais estrangeiros, com o objetivo de se conhecerem os métodos construtivos destes países de forma a se aprender sobre o assunto.

No Capítulo 3 (Anomalias e típicas causas) tem-se um levantamento de anomalias típicas e das causas das mesmas, para os edifícios apresentados no capítulo anterior. Mais uma vez é feita uma comparação entre Portugal e o estrangeiro, com o intuito de encontrar novas formas de reabilitar. Note-se que para a realização deste trabalho considera-se como estrangeiro alguns países Europeus, como a Alemanha, a Itália, a França, a Espanha e o Luxemburgo, e ainda a Colômbia.

No Capítulo 4 (Técnicas de reabilitação e reforço) são analisadas as técnicas de reabilitação e reforço existentes nos edifícios tradicionais, no sentido de corrigir as anomalias apresentadas no capítulo anterior, bem como apresentar as semelhanças e diferenças entre países.

No Capítulo 5 (Custos) faz-se um levantamento geral acerca dos custos das técnicas de reforço e reabilitação dos edifícios antigos e uma comparação do tema para os diferentes países.

Por fim, no Capítulo 6 (Conclusões) são apresentadas as principais conclusões do tema estudado. Para além disto, são expostos fatores de interesse a serem desenvolvidos em trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

Construções tradicionais

Edifícios tradicionais são aqueles que provêm da era anterior ao betão armado, cujos materiais utilizados na sua construção são matérias primas, como a madeira, a pedra, a areia, o barro, a cal, *etc.* Quando se estudam edifícios deste tipo, sabe-se que se tratam de construções com uma idade mínima de 50 anos, ou seja, são edifícios que já cumpriram a sua função para que foram construídos uma vez que o tempo médio de vida útil de um edifício é de 50 anos.

Assim, através deste capítulo pretende-se apresentar as típicas formas de construção tradicional portuguesa e de outros países, desde as fundações às coberturas, tendo como principal objetivo entender como era feita a construção da época e através desse conhecimento poder encontrar formas de reabilitação e técnicas de reforço para este tipo de edificações.

2.1. Portugal

Portugal de norte a sul, apesar de ser um país relativamente pequeno, apresenta uma diversidade bastante grande de materiais naturais, variando de região para região. No entanto, apesar dessa variedade, as técnicas de construção acabam por ser equivalentes. De seguida serão descritos os métodos e materiais de construção utilizados nos edifícios antigos, subdivididos por elementos construtivos: fundações, paredes resistentes, paredes divisórias, pavimentos, coberturas e revestimentos e acabamentos.

2.1.1. Fundações (Appleton, 2011)

Fundações são os elementos responsáveis pela transmissão dos esforços que advêm das paredes estruturais e pilares para o terreno. Segundo várias pesquisas chegou-se à conclusão que as construções antigas portuguesas apresentam essencialmente três tipos de fundações: fundações diretas, fundações semidirectas e fundações indirectas. Os elementos de fundação dos edifícios tradicionais eram construídos essencialmente com alvenarias de pedra, tijolo, e para alguns casos de fundações, com madeira (estacarias). As alvenarias utilizadas para as fundações, eram normalmente mais pobres do que as usadas para a construção das paredes resistentes e pilares. Esta característica

deve-se ao facto de a fundação funcionar como um elemento de ligação das paredes para o terreno, ou seja, as paredes eram formadas por elementos bem resistentes e o solo apresentava normalmente uma resistência mecânica menor, deste modo a fundação era considerada como um elemento intermediário.

As fundações diretas neste tipo de edifícios eram normalmente um simples prolongamento das paredes resistentes até ao solo como acontecia em algumas zonas do Porto e Lisboa cujos terrenos eram resistentes, constituídos por rochas calcárias ou graníticas. Por outro lado, para terrenos menos resistentes as fundações apresentavam um ligeiro aumento como se apresenta no esquema da figura 1. O alargamento que se dava neste tipo de fundações tem como objetivo aumentar a área de contacto da parede com o terreno, obtendo-se assim uma maior segurança no que diz respeito à força de compressão. Por outro lado acredita-se que por vezes este aumento das fundações era feito para corrigir desvios dimensionais, uma vez que este tipo de trabalho era suscetível a maiores erros de execução devido ao facto de se estar em contacto com o solo.

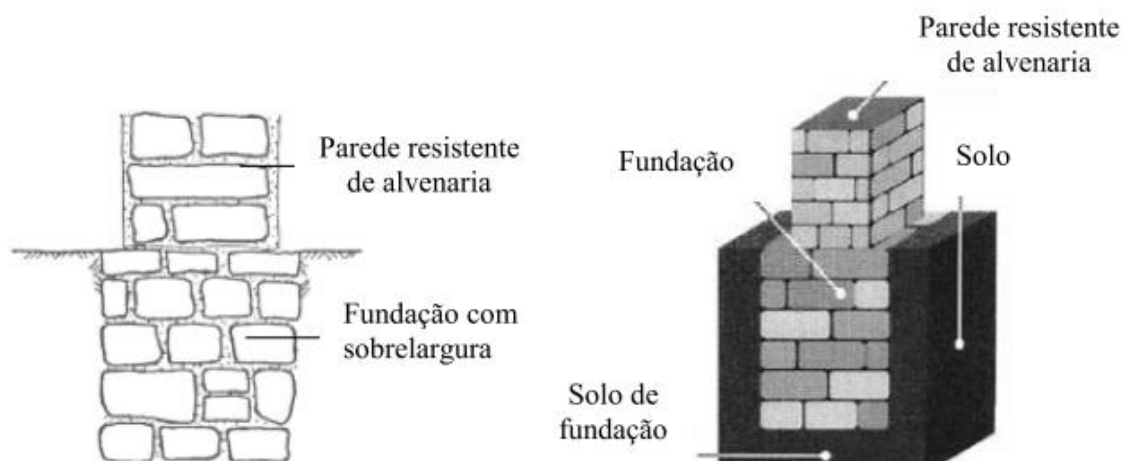


Figura 1 – Representação esquemática de fundação direta (Raquel & Roseiro, 2012)

Estas fundações eram construídas quando o terreno resistente se encontrava quase à superfície. Mas, quando o solo resistente se encontrava a maiores profundidades, eram apresentados como solução os outros dois tipos de fundações (semidirectas e indirectas), mas também a construção de caves.

As fundações semidirectas em edifícios tradicionais eram constituídas, geralmente, por poços de alvenaria de boa qualidade em que no seu coroamento se erguiam arcos em alvenaria de pedra ou tijolo maciço no qual se apoiavam os pavimentos do piso térreo, como se pode ver na figura 2. Este tipo de fundação era utilizado quando existia a necessidade de se efetuarem escavações até se encontrarem camadas de solo resistentes, visto que o terreno de fundação não se encontrava à

superfície. Nestes casos, a execução das caves era uma boa alternativa mas habitualmente mais dispendiosa.

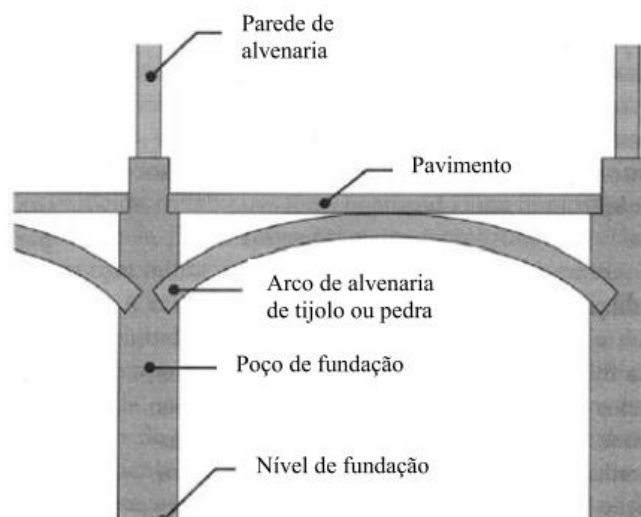
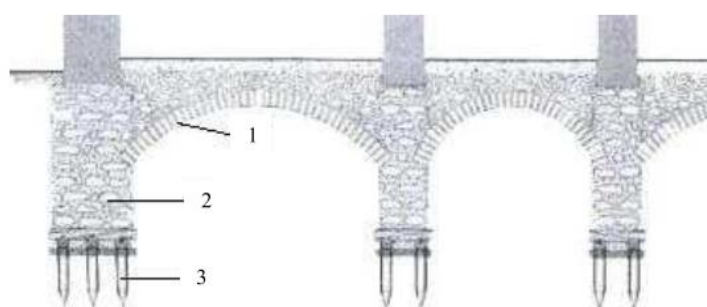


Figura 2 - Representação esquemática de fundação semidirecta (Raquel & Roseiro, 2012)

Por fim, as fundações indiretas eram formadas pela cravação de estacas de madeira, com a ajuda de um maciço ou de um bate-estacas denominado por bugio, normalmente de pinho cujas ligações eram feitas através de cavilhas de ferro forjado como se mostra na figura 3. Este tipo de fundação era utilizado, mais uma vez, quando as camadas resistentes estavam a grandes profundidades, predominantemente nos edifícios da cidade de Lisboa pombalina, construídos após o grande terramoto de 1755 e em solos aluvionares e areias regulares (junto a lagos e rios), cuja cravação se tornava possível, pois a presença de extratos duros ou blocos de pedra que podiam danificar a ponta das estacas era rara.



1 – Arco de alvenaria; 2 – Poço de fundação; 3 – Estacas de madeira

Figura 3 - Representação esquemática de fundação indirecta (Raquel & Roseiro, 2012)

Para a realização desta solução, eram normalmente abertos poços com um afastamento médio de três metros para se atingirem camadas resistentes do solo de fundação. Os topos dos poços eram construídos com arcos de alvenaria de tijolo maciço, pedra ou mistos e preenchidos com alvenaria de boa qualidade. Na figura 4, apresenta-se um esquema processo de execução deste tipo de fundações. Numa primeira fase, realizavam-se as escavações e compactação do terreno (1) para depois se marcar no terreno o local onde iriam ser cravadas as estacas de madeira (2). Seguidamente, fazia-se a cravação das estacas no solo sob pressão através de um maço ou outro engenho apropriado, denominado de bugio (3). Na quarta etapa colocavam-se longarinas através de entalhe para depois se apoiarem as travessas solidarizadas às longarinas por intermédio de cavilhas de ferro (5). A sexta etapa passava por colocar o massame a envolver a estrutura de madeira composta pelas longarinas e travessas. Por fim, apresentam-se as representações em corte (7 e 8).

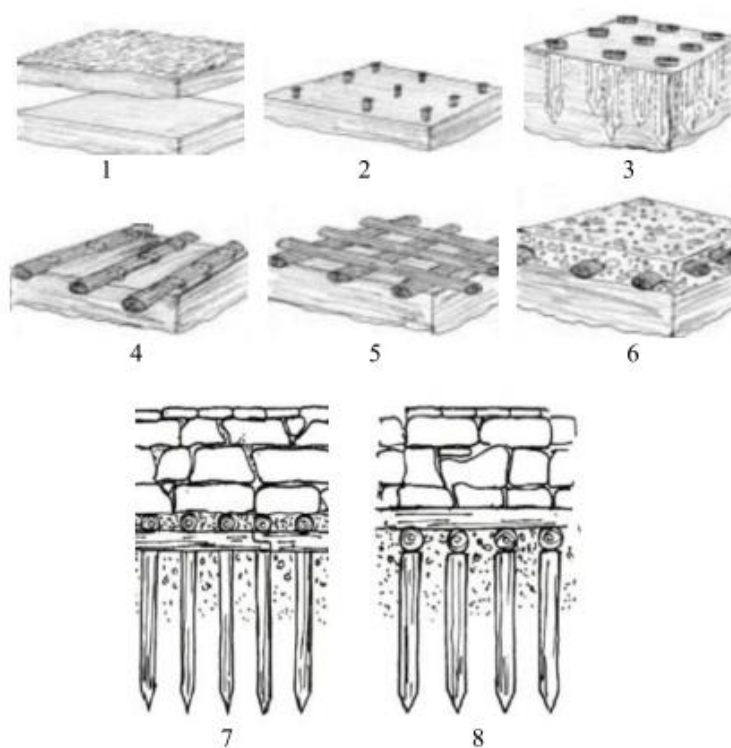


Figura 4 - Esquema representativo do processo de execução de fundações indiretas (Raquel & Roseiro, 2012)

2.1.2. Paredes estruturais

Paredes estruturais também conhecidas por paredes resistentes ou popularmente chamadas de paredes mestras são um elemento com elevada disparidade no que diz respeito à sua construção em edifícios tradicionais. Portugal é um país relativamente pequeno mas que apresenta, de região para região, uma enorme diversidade de materiais “naturais” de construção o que justifica o facto das paredes mestras serem construídas de tantas maneiras num mesmo espaço geográfico. Quando comparadas com as construções mais recentes, conclui-se estas eram construídas com materiais bem mais deformáveis e com maior porosidade.

Contudo, a elevada espessura das paredes, necessária essencialmente para combater forças de corte e para manter a impermeabilidade, constituía a maior semelhança deste elemento construtivo. As paredes mestras eram constituídas por materiais pesados, heterogéneos, rígidos que apresentavam uma boa resistência à compressão, o que conjuntamente com a elevada espessura fornecia às paredes uma certa capacidade de equilibrar forças horizontais derrubadoras mas também de diminuía a instabilidade por encurvadura (Caso, 2009).

O funcionamento deste tipo de paredes, no que diz respeito à água, era bastante simples. No Inverno, época das chuvas, a humidade ia-se infiltrando nas paredes normalmente sem chegar ao interior. Entretanto, quando chegam as épocas secas a humidade desaparece, mantendo assim as habitações secas no Inverno e frescas no Verão. No entanto, quando existia muita humidade no ar, era preferencial existir ventilação nos edifícios para se conseguir secar as paredes (Tr et al., 2009).

As diferentes soluções existentes em Portugal para paredes resistentes apareciam essencialmente devido à diversidade de materiais utilizados. Por exemplo, em paredes de alvenarias de pedra nas zonas de Alentejo, Lisboa e Beira Litoral era utilizado o calcário, enquanto que nas regiões de Trás-os-Montes e Douro Litoral o granito predominava. O xisto também aparecia em algumas zonas do Douro e das Beiras, ou seja, antigamente dava-se valor ao que se tinha na Região e isto podia apreciar-se nas construções tradicionais. A figura 5 mostra os tipos de rocha mais abundantes em Portugal.



Figura 5 - Mapa litológico de Portugal (“Paisagens geológicas e ciclo das rochas,” n.d.)

Infelizmente, este país ainda apresenta muito pouca informação no que diz respeito ao tipo de materiais utilizados na construção das paredes de edifícios tradicionais. Isto acontece porque a recolha de informação na altura era reduzida, excetuando-se nos edifícios Pombalinos na região de Lisboa. Para além disso, os estudos desenvolvidos nas áreas de reabilitação ainda se apresentam um pouco atrasados. No que diz respeito a composições de argamassas por exemplo, existe uma grande falta de informação, para a qual se tem esperança que venha a ser corrigida com o tempo, através do investimento em investigação, para que seja facilitada a compreensão do comportamento deste tipo de edifícios.

No entanto, podem sintetizar-se algumas formas de construção deste elemento, apresentando-se em seguida, de uma forma geral, o tipo de paredes estruturais que normalmente podiam aparecer nos edifícios antigos portugueses: paredes em pedra que podiam dividir-se em dois grupos, as paredes de pedra com junta argamassada e as paredes de pedra com junta seca. O grupo das paredes em pedra com junta argamassada podia ainda subdividir-se em paredes sem aparelhamento (paredes de alvenaria corrente), em paredes com aparelhamento (em perpianho ou de alvenaria de pedra aparelhada e em cantaria) e em paredes de duas faces; paredes mistas, que podiam ser construídas com alvenaria corrente e cantaria, com armação em madeira e alvenaria ou alvenaria de pedra e tijolo; paredes de alvenaria de tijolo cozido; paredes em terra nas quais se incluíam as paredes de adobe, as paredes de taipa e as paredes de taipa fasquio ou tabique (S. P. Em, 2010).

No grupo das paredes de alvenaria de pedra, a escolha do sistema construtivo dependia de vários fatores como a execução, a natureza dos recursos, os materiais de ligação, as técnicas construtivas entre outros, o que levava à falta de critérios que definissem de imediato qual a solução a adotar, sendo a distribuição geográfica o fator de maior influência. Desta forma, como já foi referido anteriormente, na zona norte do país era utilizado o granito, na zona centro o xisto e na região de Lisboa e Alentejo os calcários, com argamassas normalmente de cal (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.).

As paredes em pedra com junta argamassada sem aparelhamento, também conhecidas por paredes de alvenaria corrente, eram constituídas por pedras toscas cujas dimensões e formas eram irregulares, angulosas ou roladas, ligadas através de argamassas ordinárias, como se pode ver representado na figura 6. Estas paredes encontravam-se por todo o país mas com maior impacto nas zonas de Lisboa, devido à abundância desse tipo de material e talvez devido às demolições existentes na época. Estas paredes eram, por norma, rebocadas e caiadas de maneira a serem protegidas dos agentes atmosféricos (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.).

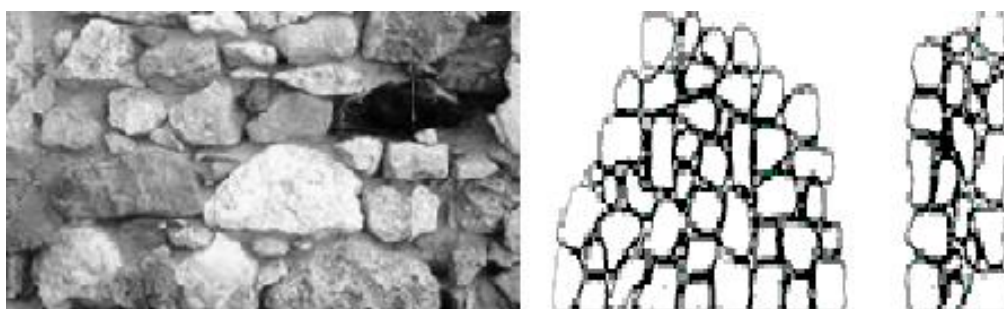


Figura 6 - Pared de alvenaria de pedra corrente (Ir, Reabilitação, Em, & Pedra, n.d.) & (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.)

No grupo das paredes com junta argamassada com aparelhamento, têm-se as paredes de alvenaria de pedra aparelhada ou em perpianho construídas com pedras irregulares aparelhadas pelo menos numa das faces e dispostas em camadas ligadas por argamassas ordinárias como está representado na figura 7. Este tipo de alvenaria encontra-se normalmente na zona norte de Portugal e à vista (“Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura,” n.d.).

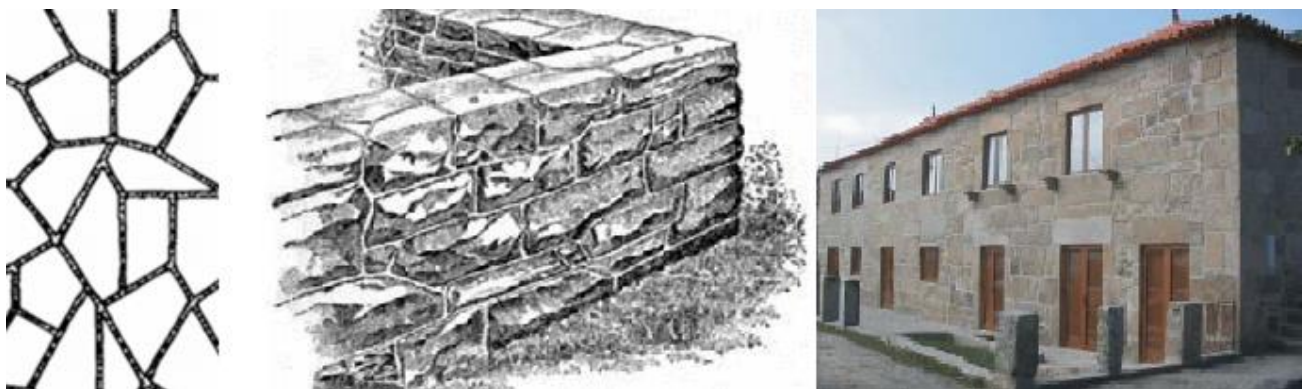


Figura 7 - Paredes de alvenaria de pedra aparelhada e em perpianho (Ir et al., n.d.) & (“edifícios em pedra - Pesquisa Google,” n.d.)

Para além destas, têm-se as paredes em cantaria que se distinguem dos perpianhos pela regularidade dos blocos e tratava-se de uma construção em pedra, normalmente de grande durabilidade e qualidade. É bastante resistente às ações agressivas e apresenta elevada importância nas funções resistentes e de estética. Pode dizer-se ainda que é também muito comum nos edifícios do norte do país. A pedra era um material natural, que neste elemento construtivo ficava habitualmente à vista e dessa forma, era trabalhada manualmente, ou com ferramentas adequadas de maneira a formar blocos que eram assentes com camadas de argamassa, como se pode ver no edifício de Mafra no torreão Sul da figura 8. Esta técnica construtiva desde sempre foi considerada nobre e pode apresentar diferentes formatos na forma como foi talhada a pedra, diferentes aspetos superficiais e diferentes tamanhos, sendo a forma mais comum a de um paralelepípedo com bordos arredondados ou de aresta viva. Assim, as paredes de cantaria apresentavam um elevado nível de durabilidade e quando bem construídas apresentavam um nível de resistência face às ações agressivas de diversos agentes bastante elevado. Estes elementos construtivos eram aqueles que normalmente apresentavam melhor estado de conservação quando comparados com outras técnicas e materiais de construção de paredes estruturais. (Tr et al., 2009).



Figura 8 - Exemplo de edifício de cantaria, Convento de Mafra (Ir et al., n.d.)

Nas paredes em pedra com junta argamassada ainda existem as paredes de duas faces, que eram construídas normalmente com pedra irregular e de forma angulosa disposta em duas folhas, uma interior e outra exterior. O meio era preenchido com argamassas ordinárias, constituídas por materiais de pequenas dimensões, como está representado no esquema da figura 9 do lado esquerdo. O travamento destas duas folhas era conseguido através de ligadores de pedra, madeira ou ferro que atravessavam a parede na sua espessura e impediam assim o desmoronamento lateral da parede, como se mostra à direita na figura 9.

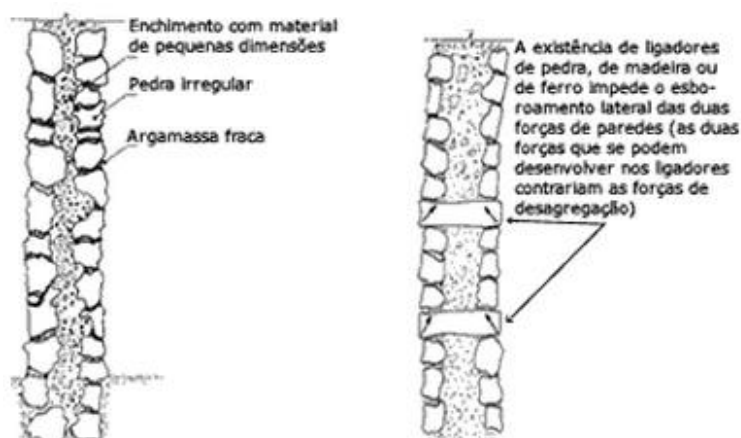


Figura 9 - Esquema representativo de parede de alvenaria com junta argamassada de duas faces ("Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura," n.d.)

As paredes de alvenaria com junta seca, também conhecidas como empedrados ou sem junta argamassada, são paredes em pedra assentes por justaposição sem qualquer tipo de argamassas, simplesmente travadas entre si e aparecem em zonas onde existe pouca cal. Neste tipo de construção eram utilizadas pedras de grandes dimensões, normalmente de xisto ou granito assentes em fiadas relativamente niveladas, cujos vazios eram preenchidos com pedras de dimensões menores, de modo a preencherem-se os espaços deixados pelas peças principais como está representado na figura 10 (A. De, 2010).

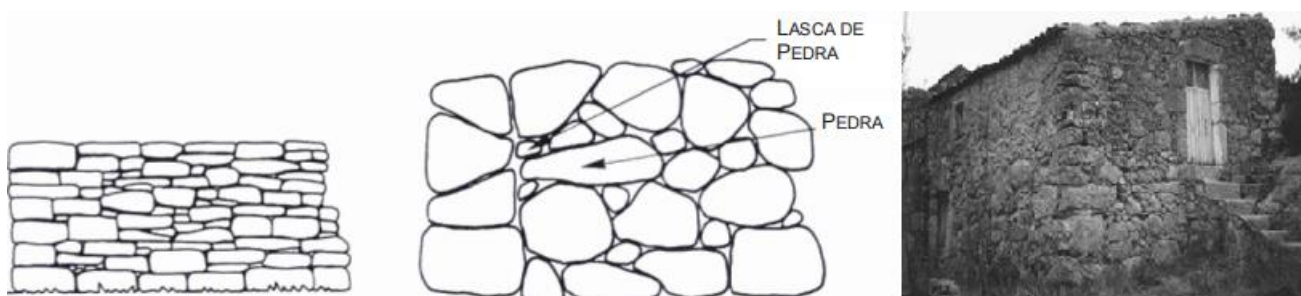


Figura 10 - Paredes de alvenaria de pedra com junta seca (A. De, 2010) & (Ir et al., n.d.)

Assim, alvenaria desde sempre esteve presente nas construções portuguesas, desde os monumentos e templos religiosos aos muros e a simples habitações. Tratava-se de um sistema construtivo formado por blocos de variadas dimensões e variados materiais (pedra, adobe, tijolo) sobrepostos em camadas horizontais ligadas por argamassas (de terra, barro, pozolana, saibro) de maneira a formar maciços coesos e rígidos. Por um lado, tinham a vantagem de apresentar um bom comportamento à compressão mas por outro, o seu comportamento relativamente à tração era fraco. No entanto, se fossem devidamente construídas, apresentavam grande durabilidade (Tr et al., 2009).

As paredes mistas são, como o próprio nome indica, uma mistura de diferentes materiais. É comum existirem paredes de alvenaria de pedra e cantaria (figura 11 à esquerda), paredes de alvenaria de pedra e tijolo (figura 11 no centro) e paredes de alvenaria de pedra com armação em madeira (figura seguinte à direita). Um exemplo de parede mista bastante utilizado nas zonas de Lisboa é a gaiola pombalina que é construída com blocos de pedra, tijolo cerâmico maciço e armação em madeira, que confere às paredes um papel importante de travamento da estrutura, podendo resistir a ações horizontais (Ir et al., n.d.).



Figura 11 - Exemplos de paredes mistas (Ir et al., n.d.)

As paredes de alvenaria de tijolo cozido (figura 12) também apareciam na construção portuguesa de edifícios tradicionais nas quais o tijolo se tratava de um material cerâmico. Os tijolos podiam ser furados ou maciços e eram obtidos através da preparação e moldagem de argila, secagem (ao sol cerca de um a dois dias), cozedura em fornos a temperaturas apropriadas (na ordem dos 900°C a 1100°C) cerca de três dias e posteriormente colocados a secar ao tempo. A construção destas paredes era feita através do assentamento na horizontal de fiadas de tijolos cozidos ligadas através de argamassas (Tr et al., 2009).

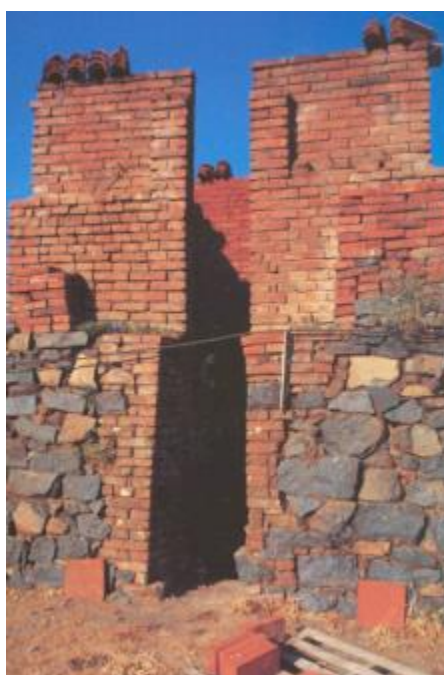


Figura 12 - Exemplo de parede de alvenaria de tijolo cozido (Sousa, 2003)

Em seguida apresentar-se-ão as construções em terra. Na figura 13 está representada a distribuição das técnicas de taipa, adobe e tabique em Portugal continental.

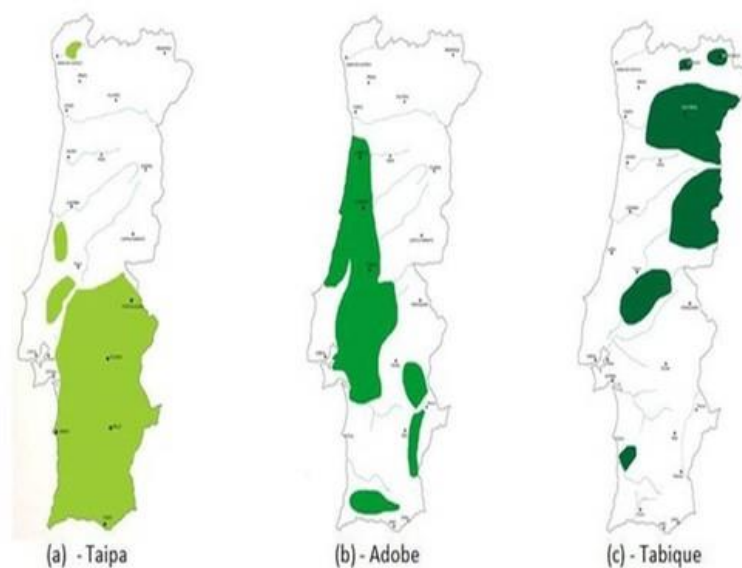


Figura 13 - Mapa representativo das construções em terra (“Construção de Tabique da AMTQT,” n.d.)

O adobe aparece em Portugal em zonas de vales, junto aos rios no litoral e centro (Algarve, Setúbal, Évora, Portalegre, Santarém, Leiria, Coimbra e Aveiro) onde predominam solos de aluviões, areias e siltes. Tratavam-se de pequenos blocos de forma regular (paralelepípedica, cónica, cilíndrica, cúbica, trapezoidal) de argamassa de barro ordinário com palha e areia colocada nas adobeiras. Quando retirados das adobeiras eram secos ao sol durante aproximadamente quinze dias. A forma de construir em adobe era semelhante à de construção de alvenarias de tijolos cozidos, cuja argamassa era à base de terra de forma a se obter o mesmo nível de retração e evitar o aparecimento de fissuras ou destacamento de material. Neste tipo de construções, as espessuras podiam variar, apresentando sempre as juntas desencontradas. As paredes em adobe podiam ficar à vista tal como as de tijolo cozido ou podiam ser rebocadas com argamassas à base de terra. Regra geral, devido à sua reação com a água, estas paredes eram rebocadas e acabadas com cal apagada de maneira a proteger o adobe dos agentes climáticos (Jorge et al., n.d.). Na figura 14 estão representados alguns exemplos de estruturas em adobe.



Figura 14 - Exemplos de estruturas em adobe (Varum et al., 2005)

A taipa é uma parede de terra com uma densidade e dureza semelhantes à da pedra. Já era utilizada desde à imensos anos, uma vez que já se encontraram vestígios desta em ruínas egípcias e assírias. Tratava-se de uma técnica de construção monolítica de paredes resistentes de terra argilosa e consistia num processo manual ou mecânico com um pilão ou um maço de apiloamento de terra devidamente humedecida e colocada dentro de cofragens (os taipais). Assim, a terra era compactada em camadas de mais ou menos dez centímetros de espessura e aproximadamente cinquenta centímetros de largura de forma a preencher todo o volume do taipal que após consolidação era removido e levado para a camada seguinte. A figura 15 apresenta um esquema da construção de paredes de taipa.

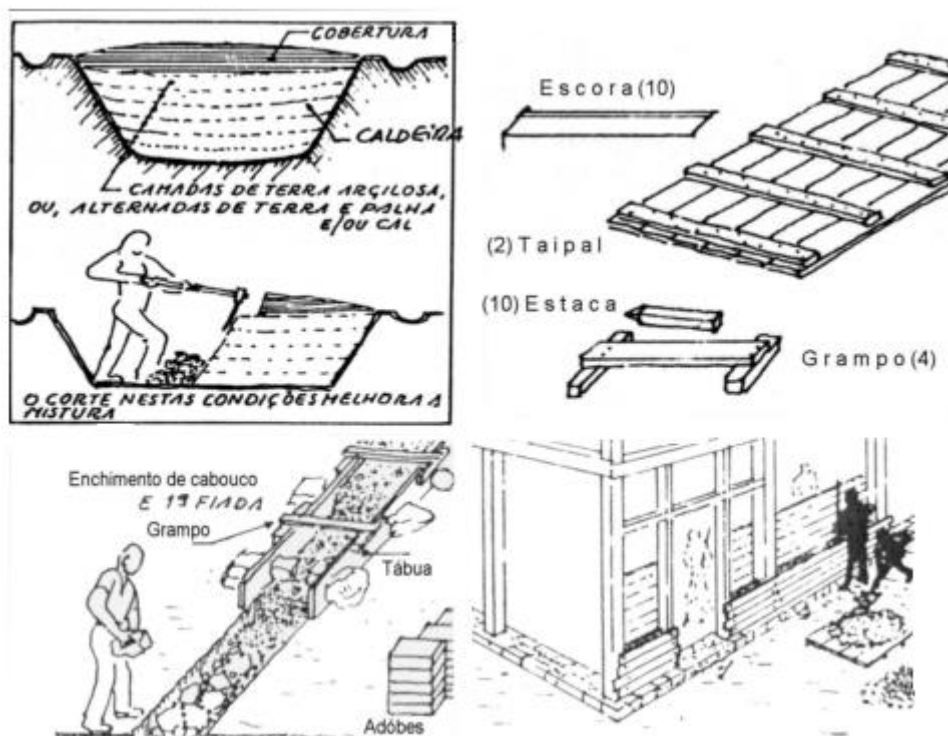


Figura 15 - Exemplo da sequência de operações na construção de paredes de taipa (S. P. Em, 2010)

Este método construtivo não requeria muita água, ao contrário do adobe. Desta forma, surgiu com mais frequência na zona meridional do Alentejo e Algarve, onde a água não existia em abundância e a madeira e a pedra eram materiais pouco frequentes. Para além disso, esta era uma técnica que requeria alguma perícia e formação visto que se devia ter uma especial atenção ao fabrico do molde, à seleção da terra cujas melhores opções eram as areias argilosas ou as argilas arenosas, ao teor de humidade de compactação, ao modo de compactação cujo apiloamento devia ser realizado com rapidez e aos remates da cobertura para se evitar penetração de água. Por vezes, quando a terra não apresentava as propriedades desejadas, eram incorporados materiais de reforço nas paredes de taipa tradicional como por exemplo, tijolos cerâmicos, pedra e cortiça (Jorge et al., n.d.). Os materiais utilizados na taipa estavam ao alcance de todos, eram fáceis de trabalhar e ofereciam às paredes um bom comportamento térmico e acústico devido à elevada inércia, uma boa resistência à compressão, um bom comportamento ao fogo e tornavam as paredes numa barreira eficaz contra os agentes atmosféricos. Mas esta técnica precisava de um bom revestimento para se tornar duradoura, uma vez que era facilmente degradada pelas águas. Este devia ser construído com um reboco à base de cal apagada ou por intermédio de uma caição direta de modo a proteger a parede das águas da chuva. Ainda se devia ter um certo cuidado nas fundações, que deviam ser construídas com alvenaria de pedra de aproximadamente meio metro, de forma a evitar que as águas do solo destruíssem a taipa (Tr et al., 2009).



Figura 16 - Exemplos de edifícios de taipa (Sousa, 2003)

As paredes de taipa de fasquio (figura 17), também conhecidas como paredes de tabique são das mais simples e económicas tendo origem em Portugal entre o século XVII e início do século XIX, cujos seus elementos eram comuns em praticamente todo o território português. Exemplos dos vestígios de tabique podem ser encontrados na Beira Alta, na Beira Baixa, no Ribatejo, no Alentejo, na construção pombalina e em especial na zona norte do país, principalmente Trás-os-Montes e Alto Douro onde esta técnica construtiva era mais abundante. O tabique não apresentava princípios rígidos a seguir e a sua base consistia numa estrutura de madeira que criava uma trama (através da pregagem do fasquio-ripas de madeira finas) na posição vertical, horizontal ou inclinada com função essencialmente resistente e era preenchida através de compósitos de argila, água e por vezes com cal, palha ou fibras vegetais. Esta técnica apresentava uma diversidade enorme, quer de materiais de preenchimento, quer dos elementos de madeira, e era habitualmente revestida com argamassas de cal e areia, com ardósias pregadas nas tábuas, com telhas cerâmicas ou chapas de zinco que protegiam a estrutura de madeira dos ataques de agentes biológicos e do fogo. Normalmente, o tabique era utilizado nos andares acima do rés-do-chão, sendo as paredes do rés-do-chão construídas em alvenaria de pedra. Nos andares, esta técnica podia ser utilizada nas paredes exteriores ou interiores, sendo o mais comum a utilização do tabique nas paredes divisórias, como é referido no ponto 2.1.3..



Figura 17 – Exemplos de paredes em taipa fasquio ou tabique (S. P. Em, 2010) & (“paredes em tabique - Pesquisa Google,” n.d.)

Para se melhorar o bom funcionamento das paredes resistentes podiam ser aplicadas algumas técnicas como o desfasamento de juntas com o intuito de criar um imbricamento que dificultasse a progressão de fendas, ou a interligação de paredes resistentes ortogonais com peças metálicas de ferro forjado. Uma técnica bastante presente nas paredes dos edifícios tradicionais para se conseguir o travamento das empenas consistia na aplicação de varões de ferro ancorados com peças especiais, de forma a que os tirantes funcionassem como uma armadura passiva.

Aberturas nas paredes para portas e janelas nos edifícios tradicionais era um assunto bastante delicado visto que eram pontos onde existia uma grande concentração de esforços. Então as técnicas aplicadas e os materiais utilizados neste tipo de situação dependiam muito da dimensão da abertura, da natureza da parede e dos seus constituintes, da importância estrutural da parede, entre outros.

A forma mais simples utilizada era a criação de um elemento horizontal, isto é um lintel, verga ou padieira, que podia ser de pedra ou até mesmo de madeira. No entanto, podiam aparecer alguns problemas como o apodrecimento da madeira ou a fragilidade apresentada pela pedra. Então esta não era a melhor solução e como tal passava a ser utilizada, mais frequentemente, em paredes interiores de menor importância estrutural. Uma alternativa para evitar os problemas descritos da solução anterior era a utilização de arcos de descarga de pedra ou de tijolo, que na sua forma mais simples eram construídos em triângulo e foram evoluindo para os arcos arredondados tão conhecidos em Portugal. As faces verticais das aberturas eram normalmente reforçadas com pedras de cantaria ou fiadas de tijolo.

Existe ainda outro ponto delicado e importante ao qual se deve fazer referência, que diz respeito às ligações das paredes estruturais, nomeadamente, a ligação entre estas e os pavimentos ou coberturas, que será tratado mais à frente.

2.1.3. Paredes divisórias

Paredes divisórias ou de compartimentação, normalmente conseguem distinguir-se bastante bem das paredes resistentes devido à sua espessura ser muito menor. Estas paredes normalmente não apresentavam um papel resistente, mas sim uma função de travamento da estrutura. No entanto, o passar dos anos e as degradações dos materiais podiam causar alterações e tornar este tipo de paredes em paredes com função resistente, como se verifica em diversas obras em edifícios tradicionais.

Em Portugal, para este tipo de paredes a solução normalmente mais utilizada e mais comum era o tabique ou fasquiado, que consistia na aplicação de tábua ligadas ao pavimento, sendo o conjunto revestido com reboco de argamassas de cal e saibro em ambas as faces cuja aderência aumenta com o aumento da rugosidade da madeira. Outra técnica bastante revelada aquando a construção pombalina refere-se à utilização de uma espécie de esqueleto de madeira cujas peças formavam as chamadas cruces de Santo André, cujos espaços eram preenchidos com pedra irregular ou tijolo maciço argamassados. Por outro lado ainda existia a simples aplicação do tijolo, mas não era uma solução muito fiável uma vez que não existia qualquer tipo de ligação com a cobertura ou pavimento, o que tornava os edifícios bastante mais desprotegidos principalmente na ocorrência de sismos (Appleton,2011). Na figura 18 estão representados exemplos de paredes divisórias.



Figura 18 - Exemplos de paredes interiores em tabique e com uso de cruces de Santo André (Jo & Disserta, 2010)

2.1.4. Pavimentos

Os pavimentos em conjunto com as paredes resistentes eram os elementos de um edifício tradicional cujo dimensionamento exigiam maior atenção visto que estes, para além da definição dos pisos, tinham a função de suporte dos elementos de compartimentação, de resistência às solicitações provenientes da utilização e ainda de contraventamento dos elementos estruturais verticais. As maiores diferenças que se podiam encontrar neste elemento construtivo deste tipo de edifícios apareciam quando se tratavam de pavimentos térreos ou de pavimentos elevados.

No que diz respeito a pavimentos térreos, de uma forma geral eram construídos em cima de terra batida ou enrocamentos de pedra, cuja camada de revestimento e desgaste era feita de ladrilhos, tijoleiras cerâmicas, lajados de pedra ou sobrados de madeira. Este tipo de pavimentos era o mais simples que se podia encontrar e normalmente não apresenta muitos problemas para o edifício em si. Na figura 19 está representado um exemplo de pavimento térreo.



Figura 19 - Exemplo de pavimento térreo (“pavimentos lajados de pedra - Pesquisa Google,” n.d.)

Quanto aos pavimentos elevados estes eram habitualmente construídos em madeira, excetuando-se alguns pavimentos de edificações mais nobres, cujos edifícios apresentavam grandes vãos, logo solução estrutural mais comum era a construção de arcos e abobadas de alvenaria, que acabavam por ser soluções bastante mais duráveis. Os arcos eram normalmente carregados com pedra solta ou entulho selecionado para se aumentarem os impulsos horizontais gerados às paredes resistentes e sobre estes eram colocados os soalhos de madeira (Appleton, 2011).

Os pavimentos mais usuais eram construídos de forma muito simples, através de vigamentos (série de barrotes ou vigas) de madeira colocados paralelamente uns aos outros com um afastamento que variava normalmente de 0,20m a 0,40m, sendo o castanho o tipo de madeira mais comum nas

edificações tradicionais. Por outro lado, para se evitar a rotação das vigas e minimizar efeitos de encurvadura e deformação era bastante comum existirem tarugos, os quais correspondiam a peças de madeira usadas segundo alinhamentos transversais bem justos (Appleton, 2011). Os elementos de madeira podiam apresentar a forma de tronco simples e mais tarde passaram a ser formados por vigas esquadriadas de seção retangular (Ilharco & Pinho, 2008).

A ligação entre o pavimento e as paredes de apoio requeria um certo cuidado na sua execução. A solução mais simples de se executar passava pelo encaixe das entregas das vigas em aberturas nas paredes, podendo as mesmas ser niveladas com palmetas de madeira ou pedaços de tijolo ou alvenaria. As entregas das vigas podiam, neste caso, ser apoiadas ou encastradas na parede, devendo ser preenchidas com alvenaria ordinária e penetrar as paredes cerca de 0,20m ou 0,25m no mínimo, de maneira a diminuir as vibrações e aumentar a estabilidade. Por outro lado, ainda existia outra técnica que passava pela penetração dos vigamentos cerca de 2/3 da espessura da parede ou ainda na totalidade da parede, apresentando, dessa forma, a desvantagem da madeira se apresentar em contacto direto com os agentes climatéricos, como será referido no capítulo 3.

Na figura 20, estão representados exemplos de vigas encastradas em paredes de alvenaria. Chama-se à atenção do pormenor da mancha preta nas vigas da imagem da esquerda, que corresponde a uma mancha de tinta de óleo, alcatrão ou zarcão, proveniente do tratamento aplicado nas vigas de forma a prevenir o apodrecimento da madeira (Ilharco & Pinho, 2008).



Figura 20 - Exemplos de vigas encastradas em paredes de alvenaria (Ilharco & Pinho, 2008)

Uma técnica bastante usada nos apoios para que os pavimentos conseguissem efetuar um papel de travamento passava pela aplicação de peças metálicas (ferrolhos) pregadas ou aparafusadas conseguindo assim a ancoragem, como está representado na figura 21.

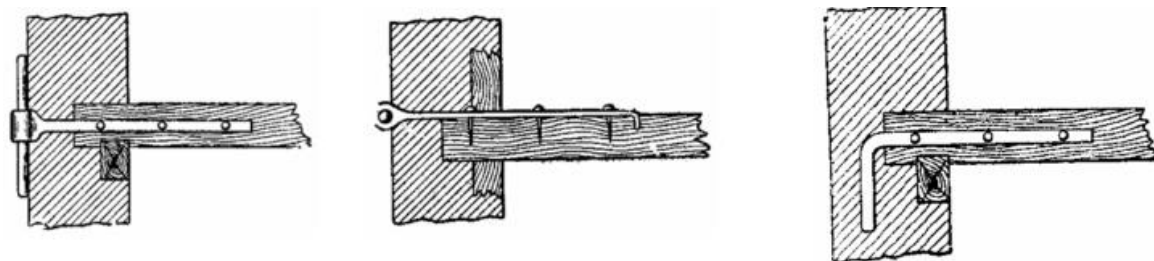


Figura 21 - Exemplos de ferrolhos (Ilharco & Pinho, 2008)

A criação de uma base de pedra, madeira ou ferro de forma a distribuir o peso e evitar concentrações excessivas de compressões nas paredes, constituía uma solução normalmente usada em paredes de alvenaria de pedra irregular ou quando as cargas do pavimento eram bastante elevadas. Quando o apoio das paredes não chegava era comum colocarem-se nas paredes, à altura dos vigamentos, cachorros de pedra salientes para dentro dos compartimentos de maneira que as entregas das vigas tivessem espaço suficiente para serem assentes. Nas paredes de constituição mais ligeira, como as de tabique, era comum que as vigas assentassem em frechais corridos e embutidos nas paredes com o intuito de permitir uma distribuição de cargas, impedindo mais uma vez carregamentos pontuais nas paredes. O apoio dos frechais era normalmente feito com a ajuda de ferrolhos, enquanto que os apoios das vigas nos frechais eram conseguidos através de entalhes reforçados com pregagem como está representado também nas figuras 22 e 23.

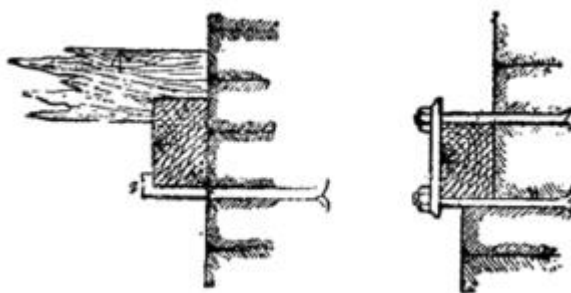


Figura 22 - Esquema representativo do apoio de frechais em paredes (Ilharco & Pinho, 2008)

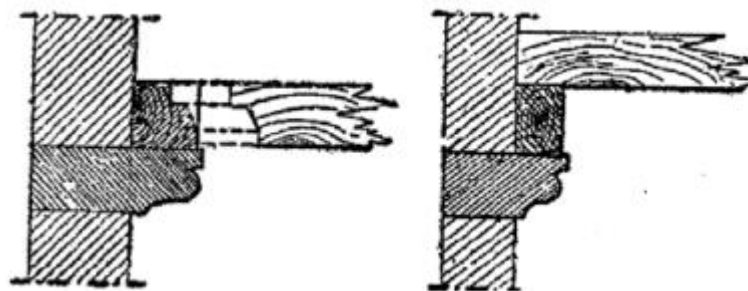


Figura 23 - Representação esquemática do apoio das vigas em frechais (Ilharco & Pinho, 2008)

Existe ainda o caso das gaiolas pombalinas cujo pavimento é ligado através da pregagem às peças de madeira das paredes de frechal, conseguindo dessa forma uma estrutura com um papel idêntico ao das armaduras nos elementos de betão armado.

Refere-se ainda que os pavimentos térreos em madeira devem apresentar sempre uma caixa de ar entre o terreno e o nível do pavimento com uma altura mínima de 0,40m e ventiladores nas paredes de maneira a que se dê a renovação do ar e o pavimento esteja sempre arejado (Ilharco & Pinho, 2008). Na figura 24, apresentam-se sistemas de ventilação dos pavimentos térreos de madeira.



Figura 24 – Sistemas de ventilação dos pavimentos térreos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)

2.1.5. Coberturas

As coberturas tal como os pavimentos apresentam inúmeras soluções de construção, mas no que diz respeito à sua forma, as coberturas inclinadas são sem dúvida as mais predominantes nos edifícios tradicionais.

Existem ainda coberturas planas ou em terraço. Estas são utilizadas em zonas de clima favorável e são menos comuns. No entanto, aparecem nas construções antigas, cuja solução construtiva era

baseada numa estrutura em arcos ou abóbadas com um enchimento de nivelamento de modo a receber um revestimento impermeabilizante. Ao contrário dos pavimentos neste tipo de estrutura era evitada a utilização de madeira, de modo a se obter um aumento de durabilidade.



Figura 25 - Exemplo de edifícios com coberturas planas (Faro) (“coberturas em terraço antigas - Pesquisa Google,” n.d.)

As coberturas curvas também são vistas em alguns edifícios tradicionais, nomeadamente em edifícios religiosos, e são a forma simples dos arcos ou abóbadas. No entanto, em conjunto com as coberturas planas são menos usadas devido ao facto de trazerem associados muitos problemas de humidade, por difícil manutenção da estanquidade. Para além deste tipo de estruturas existem ainda coberturas inclinadas que têm por base arcos e abóbadas, mas mais uma vez são comuns especialmente em edifícios religiosos.

Relativamente às coberturas inclinadas, como já foi referido anteriormente, estas são as mais usuais neste tipo de edificações e apresentam inclinações variadas devido, essencialmente, à localização dos edifícios, às quantidades de precipitação e à probabilidade de queda de neve, mas também ao tipo de utilização dada ao espaço entre o teto do último piso e a cobertura. Em construções mais pobres ou de menores dimensões é normal deparar-se com coberturas apenas de uma água, com estruturas simples em madeira. Com o aumento da importância dos edifícios e das suas dimensões, o grau de complexidade das coberturas também aumenta, sendo que nas plantas mais simples retangulares já se encontram coberturas com duas, três ou quatro águas. Na figura 26 estão representados esquemas dos vários tipos de coberturas inclinadas que normalmente se podem encontrar em Portugal.

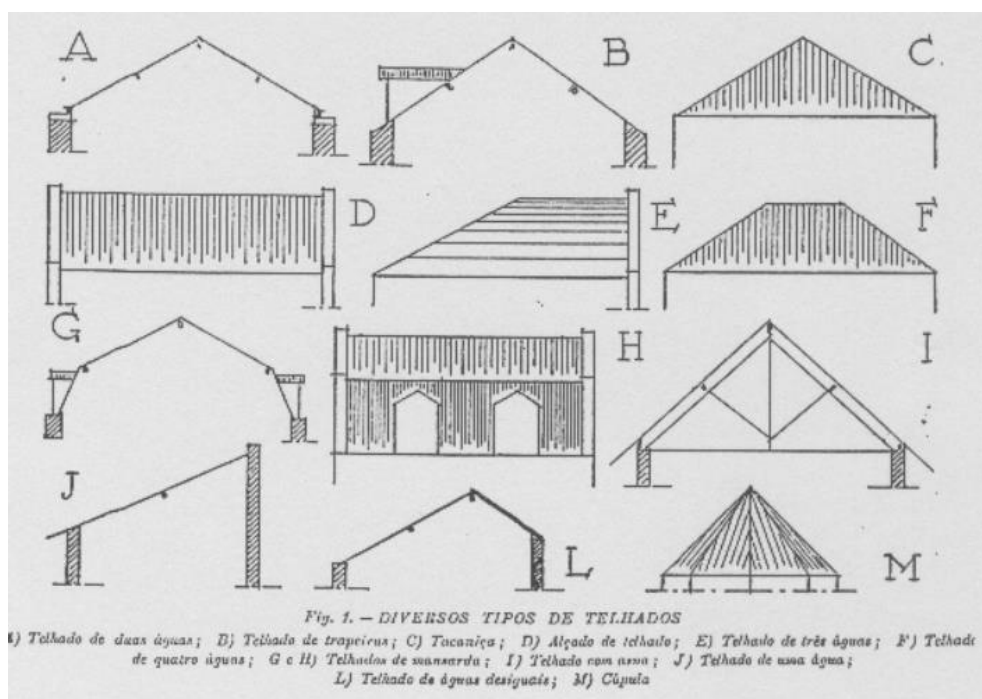


Figura 26 - Representação esquemática de diversos tipos de coberturas inclinadas (Antigos, 2007a)

As asnas de madeira eram facilmente trabalhadas e em conjunto com as suas simples ligações (pregadas, coladas, com peças auxiliares de ferro ou encaixadas) constituem a base de qualquer tipo de cobertura, uma vez que são adaptáveis a diversos tipos de geometrias. A escolha do tipo de geometria a utilizar depende essencialmente do vão a cobrir, da natureza das ações a considerar, da arquitetura, da inclinação da cobertura e das operações de montagem e execução. As asnas são habitualmente construídas por um elemento horizontal, a linha, por duas pernas inclinadas para formação das vertentes dos telhados, por um elemento vertical apertado no vértice do telhado, o pendural, que é apertado pelas pernas, e por duas escoras de madeira que ligam as pernas ao pendural. Na figura 27 apresenta-se um esquema representativo de uma asna simples. Como é de esperar, quanto maior for o vão a cobrir, maior é o grau de complexidade da geometria deste elemento, cujo espaçamento normal entre asnas é na ordem dos 3 a 4m (Mestrado & Engenharia, 2009).

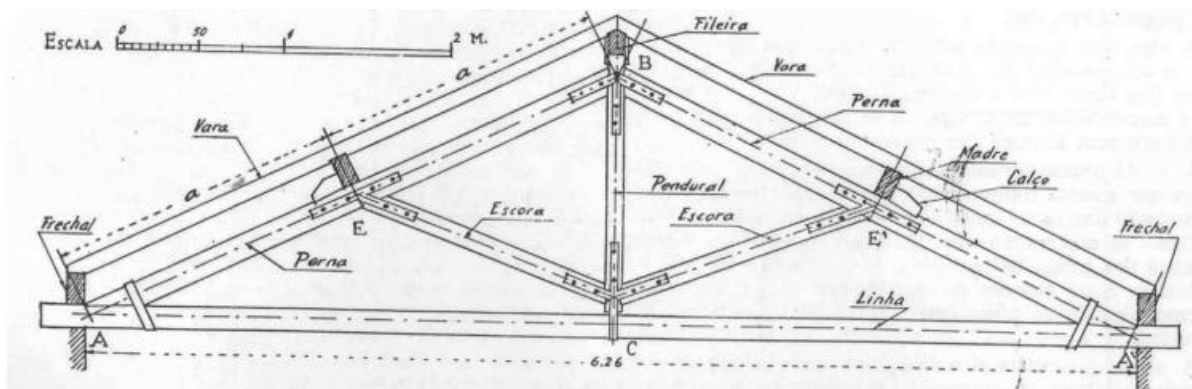


Figura 27 - Esquema representativo de uma asna simples (Antigos, 2007a)

Com o passar dos anos, e a necessidade de se cobrirem vãos maiores, as asnas começaram a apresentar formas mais complexas. Dessa forma, utilizavam-se mais escoras para se poderem aumentar as pernas, que por sua vez criavam mais elementos comprimidos, logo tornava-se necessária a introdução de tirantes para se resistir à componente de tração que surge na ligação escora-linha. Como já se referiu anteriormente, as ligações eram normalmente feitas por samblagens e mais tarde com o aparecimento do aço, por peças de ferro.

Tal como nos pavimentos, é necessária uma especial atenção em relação às ligações com as paredes. Relativamente ao apoio direto, a proteção dos topos embebidos na alvenaria torna-se necessária e a melhoria das características mecânicas através das ligações com peças metálicas é sempre bem vinda, unindo assim as asnas às paredes. Na figura 28 estão representados vários pormenores construtivos de assentamentos dos apoios das asnas.

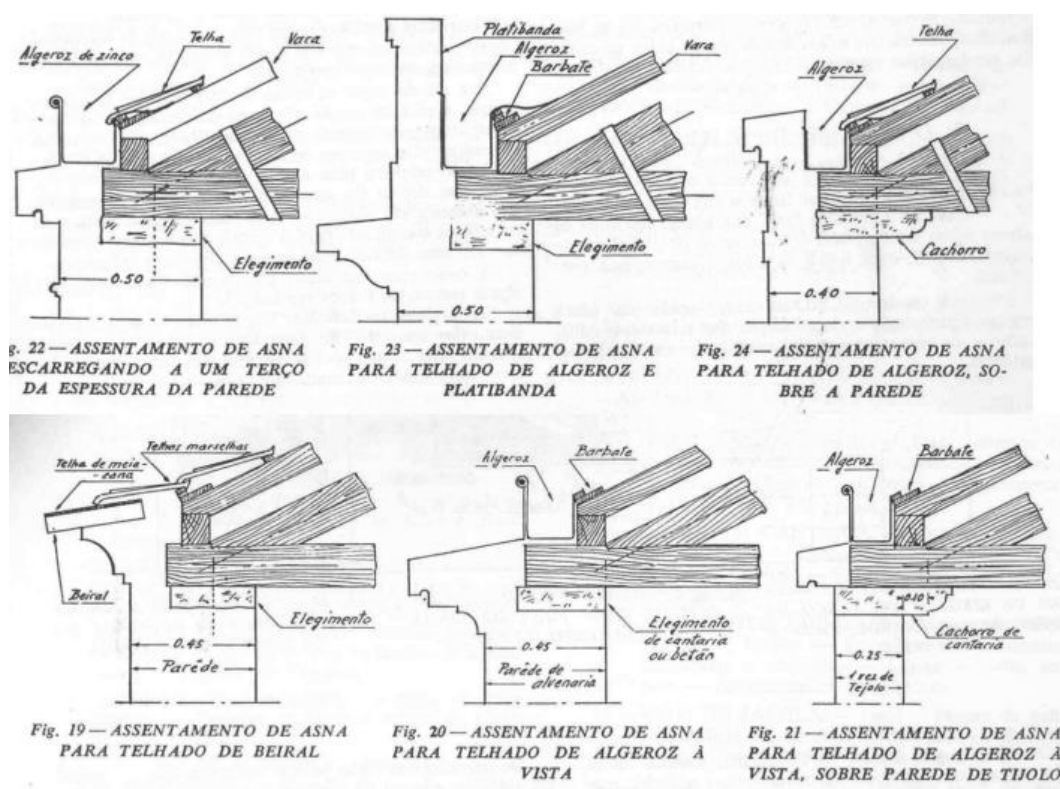


Figura 28 - Pormenores construtivos de assentamentos dos apoios das asnas (Antigos, 2007a)

Torna-se importante salientar que, para além das asnas, as coberturas são constituídas também por madres, varas e ripas que vão receber o revestimento deste elemento. Dessa forma, as coberturas transformam-se num elemento estrutural com um nível de complexidade elevado e que merece especial atenção, uma vez que sendo corrompidas as funções de estanquidade podem surgir problemas de estabilização do próprio edifício, sendo que a madeira, bastante presente na construção de edifícios tradicionais, não lida bem com a humidade.

2.1.6. Revestimentos e acabamentos

Os revestimentos e os acabamentos de um edifício antigo desempenham um papel bastante importante, uma vez que estes funcionam como a “casca” da estrutura e como tal devem assegurar a proteção dos elementos estruturais.

Relativamente ao revestimento de paredes, os materiais utilizados estão relacionados com os materiais usados na construção da própria parede para que possa existir um certo tipo de compatibilidade. Por exemplo, para as paredes de alvenaria de pedra é normal a utilização de rebocos de argamassas fracas com areia e cal aérea ou areia e barro. Quanto aos aditivos, traços ou ligantes usados neste tipo de solução ainda se sabe pouco devido à falta de informação nesta área, mas através de estudos de outros países consegue saber-se por exemplo, que o pó de tijolo ou pozolanas eram aditivos utilizados para obterem efeitos de secagem e endurecimento dos rebocos. O que se sabe é que as argamassas eram feitas de forma a estarem adequadas à base, ou seja, que apresentassem boa aderência à base, baixa refração, fraca resistência mecânica, boa trabalhabilidade e uma boa porosidade. Em certas bibliografias já se encontram traços volumétricos 1:2 e 1:3 em rebocos de cal e saibros.

Os rebocos nos edifícios tradicionais, para além de serem aplicados com materiais diferentes dos de hoje em dia, apresentavam espessuras bastante elevadas, por vezes com mais de 5cm para se poder conferir a devida proteção das paredes e conseguir “tapar” as irregularidades que estas apresentavam. Eram assim divididos em três camadas. O chapisco era a primeira camada, e tratava-se de uma argamassa forte de modo a garantir a boa ligação à base. De seguida era aplicada a camada de emboço mais fraca que a primeira e por fim o reboco, mais fraco ainda.

Este tipo de revestimento apresentava normalmente problemas na manutenção das fachadas exteriores do edifício visto que se tratavam de técnicas construtivas tradicionais. Dessa forma, a obtenção de materiais esteticamente, fisicamente e quimicamente compatíveis com os inicialmente usados, era bastante difícil. As camadas de reboco não eram removidas, apenas eram um pouco picadas, e voltava-se a cobrir, sendo normalmente a camada junto à parede, a original da construção do edifício. No entanto, a manutenção deste elemento é essencial visto que ele apresenta uma elevada importância para o edifício esteticamente, mas também por se tratar de uma camada protetora, como já se tinha referido anteriormente, que precisa de ser reparável e renovável de maneira a se garantir a durabilidade da edificação (Tr et al., 2009).



Figura 29 - Exemplo de rebocos antigos (Pinturas, 2007)

No interior dos edifícios a ideia de reboco era a mesma. No entanto havia um certo cuidado na escolha da granulometria dos materiais, por forma a conseguir-se uma textura mais fina, ou então eram aplicados estuques com argamassas de cal e gesso, ou apenas gesso para se conseguir um melhor acabamento.

Quando se tratavam de revestimentos de paredes com madeira, ou de paredes de tabique, por vezes a madeira era lascada, ou eram aplicados pregos salientes para se conseguir uma maior aderência. Uma outra forma de revestimento das paredes de tabique, não muito utilizada devido a problemas de acústica, passava pela aplicação de um forro de madeira, em seguida pintado, o que trás vantagens de compatibilidade não só com as paredes mas também com os pisos o que facilitava as ligações.

Nos acabamentos das paredes, a caição em branco ou colorida é sem dúvida o tipo de acabamento mais comum em edifícios tradicionais. Infelizmente, é um material lavável pela chuva, pelo que, normalmente todos os anos é necessário repor o acabamento. Para além dos aditivos para colorir a cal, existem alguns para aumentar a aderência da mesma, como gorduras naturais, que fazem com que a caição se torne bastante mais durável. No que diz respeito a paredes exteriores, a aplicação de azulejos é outra solução utilizada e bem mais durável do que a caição. Já nas paredes interiores existem ainda técnicas como os estuques simples ou decorados, a escaiola que simula a pedra, as pinturas à base de óleos de linhaça e também a aplicação de medalhões, frisos ou outros elementos para decorar os paramentos estucados.

De uma forma geral, os revestimentos de paredes eram cuidadosamente executados e aplicados. Apresentavam várias camadas, cada uma delas devidamente aplicadas, que tinham uma certa deformabilidade, permeabilidade ao vapor e durabilidade, dando assim origem a um bom comportamento das paredes.

O revestimento dos pisos de edifícios tradicionais é normalmente de madeira, excepcionando-se os pavimentos térreos e alguns pavimentos sobre estruturas de abóbada que são revestidos por lajedos de pedra, tijoleiras ou ladrilhos cerâmicos. Na figura 30 estão representados alguns revestimentos de pavimentos térreos.



Figura 30 - Exemplo de pavimentos em lajedos de pedra e tijoleiras (“lajedos de pedra edificios - Pesquisa Google,” n.d.) & (“pavimentos interiores edificios antigos - Pesquisa Google,” n.d.)

O revestimento de madeira dos pavimentos era efetuado normalmente por um conjunto de tábuas designado por soalho, com espessuras que rondam os 2,2 a 5,0cm e são aplicadas à base de encaixes. A madeira de pinho nacional, de pinho manso e a casquinha eram as espécies mais utilizadas neste tipo de revestimento e as ligações variavam podendo ser de junta, de chanfro, de meio-fio e de macho e fêmea. Quando se usavam madeiras mais brandas era costume os soalhos ficarem gastos, era então feita a sua manutenção, aplicando um forro perpendicular ao existente como se pode ver na figura 31 (Ilharco & Pinho, 2008).



Figura 31 - Exemplo de duas camadas de soalho (Ilharco & Pinho, 2008)

Pode ainda fazer-se referência a uma solução à base de estuque de cal e gesso, aplicada sobre o fasquiado de madeira que normalmente evita transmissão de vibrações dos pisos.

Os tetos podem aparecer com a estrutura à vista, ou então com estuques, uns mais trabalhados do que outros. Quando se trata de arcos e abobadas era comum deixar-se o material à vista como se pode ver na figura 32, mas o mais comum é o revestimento em reboco com argamassas de cal e areia, estucado e pintado, com pinturas simples ou decoradas.



Figura 32 – Exemplo de arcos à vista (Raquel & Roseiro, 2012)

O estuque é constituído por cal, areia fina, gesso e pó de mármore que dá origem a uma massa branca ou policromática, cuja quantidade de cal e gesso varia com as utilizações e é normalmente colado entre e sobre fasquias de madeira dispostas de maneira a permitir uma boa aderência. Quando realizado de forma correta, este torna-se num tipo de material robusto, versátil e duradouro que pode ser aplicado em tijolo, pedra e madeira, e no caso dos tetos, pode ser aplicado em superfícies

arredondadas ou planas. O estuque proporciona uma superfície regular, de fácil limpeza, durável e que pode receber diversos acabamentos decorativos (papel, caiação, pintura decorativa, entre outros), mas com o passar dos anos deixou de se usar devido a uma falta de mão-de-obra e às deformações sofridas pelas peças de madeira, sendo substituído nos dias de hoje pelo uso de gesso sob a forma de placas pré-fabricadas (E. Em, 2010). Na figura 33 estão representados exemplos de tetos estucados.



Figura 33 - Exemplo de tetos estucados (E. Em, 2010)

Nos edifícios tradicionais portugueses, as coberturas de uma, duas ou mais águas são revestidas frequentemente por telha cerâmica, simples ou vidrada. No entanto, as soluções são diversas uma vez que variam as dimensões, a porosidade, as matérias-primas, a resistência mecânica e o aspeto, de acordo com a época e região em que a telha é fabricada. O revestimento de uma cobertura para ser bom, deve ser leve para aliviar a estrutura que suporta o telhado, incombustível para não se inflamar, por exemplo, com a queda de detritos das chaminés e impermeável. Para além disto, deve ser liso no exterior de maneira a facilitar o escoamento da água e não ser tão fácil a acumulação de poeiras ou parasitas vegetais e deve ainda ser resistente face aos agentes climáticos para que estes não degradem nem destruam a cobertura (Tr et al., 2009).

Existe então a telha tradicional cerâmica de canudo, que na altura tinha dimensões variáveis e as suas características variavam de região para região. Esta era aplicada pousando-se simplesmente no telhado como acontecia nas construções mais pobres, dando-se por vezes o deslizamento das telhas quando os telhados apresentavam declives acentuados. No entanto, em algumas construções podiam ser ligadas através de arames, grampos ou argamassas de maneira a assegurar maior estabilidade geométrica e estanquidade aos telhados. Para se evitar o efeito de sucção, podia ser aplicado o chamado “mouriscado”, que consiste no preenchimento dos canais das telhas com argamassas aligeiradas com pedaços de tijolo, resultando assim um telhado de superfície praticamente lisa e mais

pesado. Em algumas zonas do telhado eram usadas telhas com ventiladores, em vez das telhas de cobrir, para se dar a ventilação do madeiramento. A figura 34 apresenta um exemplo de cobertura revestida com telhas canudo.



Figura 34 – Exemplo de revestimento de cobertura com telhas canudo (Tr et al., 2009)

O uso da telha romana é também uma solução utilizada em algumas zonas do país. Neste tipo de telhas, o canal em vez de ser em curva é em forma de “U”, e normalmente o telhado apresenta um beirado simples ou duplo rematado com argamassas ou pedra, como se pode ver na figura 35.



Figura 35 - Exemplo de revestimento de cobertura em telhas romanas (Tr et al., 2009)

As telhas de encaixe simples, com maior destaque nas telhas de Marselha, também aparecem em alguns telhados de edifícios tradicionais a partir de meados do século XIX. Este tipo de telha permite uma construção mais fácil, uma vez que é maior e não necessita de argamassa. Apesar disto, em alguns telhados de maior importância, as telhas podem ser fixadas por arames de modo ser evitado o levantamento de telhas. Para além disto, é um tipo de cobertura que oferece elevada estanquidade

devido ao formato da telha e do seu encaixe que criam um percurso mais difícil para a água, mesmo com a presença de ventos (Tr et al., 2009). Na figura 36 está representado um exemplo de telhado com telhas Marselha.



Figura 36 - Exemplo de telhado com telhas Marselha (Tr et al., 2009)

A ardósia é outro tipo de telha usada em algumas zonas do país, como se pode ver na figura 37, cujas peças de ardósia são mais leves que do as telhas cerâmicas e apresentam maior estanquidade. As lousas são justapostas umas às outras como escamas e necessitam de pregagem a partir de determinadas inclinações. No entanto, este revestimento de cobertura pode deixar entrar chuva quando está sujeito a ventos fortes ou por fraturas das telhas. Este tipo de telhado pode apresentar alguns inconvenientes, quando comparado com os de telha cerâmica, nomeadamente pelo facto de apresentar maiores dificuldades de aplicação, principalmente em zonas ventosas, e pelo facto de ser necessário remover lousas contíguas em casos de substituição de lousas danificadas (Tr et al., 2009).



Figura 37 - Exemplo de revestimento de cobertura em ardósia (Tr et al., 2009)

O colmo, os azulejos e as chapas metálicas são outros materiais utilizados nas coberturas inclinadas de edifícios tradicionais portugueses. As telhas de vidro em forma de canudo e Marselha também eram usadas para se obter luz natural para iluminação do interior.

Sob algumas coberturas, normalmente as que não tinham teto falso, eram utilizados forros (guarda-pós) que podiam ser colocados sob o viga principal da cobertura ou sob o ripado. Colocar os forros sob o ripado era a solução mais utilizada, uma vez que contribuía para melhorar o isolamento térmico do interior dos edifícios. Para além disto, estes forros de cobertura eram aplicados para garantir melhores condições estéticas e de habitabilidade do espaço sob a cobertura (Tr et al., 2009).

Coberturas planas ou em terraço apresentam soluções construtivas bem mais complexas, uma vez que a sua forma torna difícil o escoamento das águas da chuva. Dessa forma, devem apresentar uma inclinação de 1 a 2 %, para se conseguir garantir impermeabilidade. Nestas coberturas, as camadas de forma são feitas em argamassas revestidas de lajedos de pedra ou ladrilhos. Em zonas de fraca pluviosidade, como Alentejo e Algarve, a estanquidade das coberturas era assegurada pela espessura dos enchimentos mas, em zonas de maior pluviosidade era assegurada pela aplicação de laminais de cobre, zinco ou chumbo, colocadas em placas sobrepostas com grande durabilidade.

É importante fazer-se referência às redes de drenagem de águas pluviais, em que nos casos mais simples a água era escoada diretamente para a rua através do beirado sem quaisquer métodos de encaminhamento ou recolha. Outra solução era a aplicação de caleiras, fora do beirado, com inclinação para tubos de queda (exteriores ao edifício ou embebidos nas paredes exteriores) cujo material mais utilizado era o zinco, mas também se pode encontrar o chumbo ou até mesmo materiais cerâmicos de grés ou barro vermelho. Existia ainda a aplicação de caleiras em remates de edifícios adjacentes, que necessitava de especial atenção uma vez que estas vão drenar a água de várias vertentes de telhados. Outros pormenores a que se devem dar atenção, são os remates nos telhados, remates com chaminés, que são pontos bastante propícios a problemas de estanquidade.

Portugal ainda tem muito que pesquisar sobre os revestimentos e acabamentos, sobre os materiais utilizados e as técnicas construtivas para se poder conhecer melhor a área da reabilitação (Appleton, 2011).

2.2. Estrangeiro

Neste ponto, consideram-se essencialmente países Europeus. Tal escolha deve-se ao facto de, por exemplo, na América do Sul ou África, ainda existirem bastantes regiões em desenvolvimento, pelo

que a construção dos seus edifícios ainda é relativamente recente e por isso são impregnadas essencialmente as novas técnicas de betão armado ou construções metálicas. Nesse sentido, as técnicas de reabilitação e reforço nesses países ainda não são procuradas. Para além disto, os países Europeus apresentam materiais e um clima mais parecidos com os existentes em Portugal.

Por outro lado, para a realização deste trabalho, a pesquisa e o contacto com pessoas de interesse era mais fácil para estes países, já que alguns deles são considerados como centros históricos com um património arquitetónico vastíssimo.

Segundo o panorama europeu em 2011, como se mostra no gráfico da figura 38, o sector da reabilitação de edifícios antigos em Portugal apresentava-se abaixo da média. No entanto, para este trabalho serão essencialmente estudados países como a Alemanha, a Itália, a França e a Espanha, que para além de investirem mais nesta área, são países que apresentam características de construção tradicional, parecidas com as de Portugal. A Itália, a França e a Espanha, na zona da costa acabam por englobar técnicas construtivas e de reabilitação que, de uma forma geral, são aplicáveis a grande parte dos países mediterrânicos (“Herramienta 8,” n.d.). Através do estudo destes países pretende-se conhecer um pouco da construção europeia, de modo a compreender as semelhanças e diferenças com os edifícios tradicionais portugueses que apresentam uma construção tão diversificada.

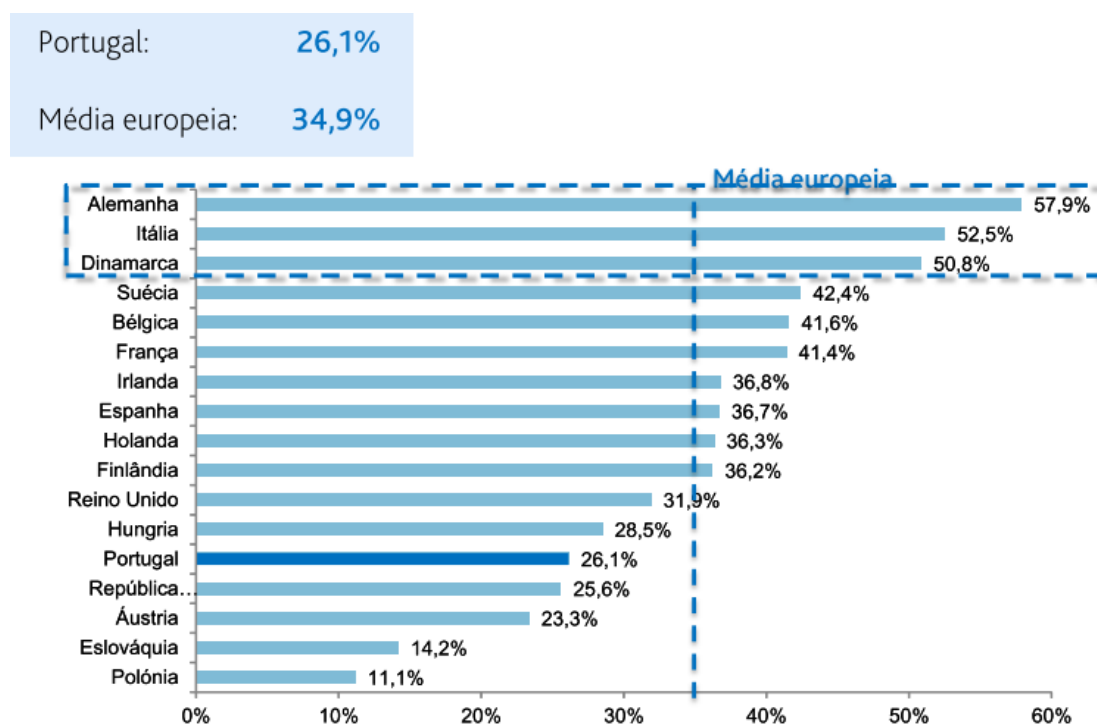


Figura 38 - Gráfico do panorama da reabilitação a nível Europeu, 2011 (“Reabilitação habitacional e o setor da construção civil Sumário,” n.d.)

Para além destes países, vai ser feita uma pequena referência ao Luxemburgo, uma vez que, neste momento, resido no mesmo, e tenho deparado com um grande desenvolvimento no que diz respeito à reabilitação e reforço de edifícios.

Apesar do referido anteriormente, ter-se-á ainda em consideração a Colômbia, país da América Latina, mas que tem uma forte incidência sísmica, apresentando semelhanças com a construção portuguesa antiga em terra, e que tem desenvolvido várias técnicas na reabilitação e reforço dos seus edifícios tradicionais.

2.2.1. Alemanha

Na Alemanha, as fundações são normalmente construídas em alvenarias de pedra. Já o método construtivo mais característico das paredes estruturais neste país é o chamado sistema de enxaimel, como se pode ver na figura 39. Este método consiste na construção de paredes montadas através de hastes de madeira encaixadas entre si, em posições verticais, horizontais ou inclinadas, cujos espaços podem ser preenchidos com alvenaria de tijolo, adobe ou madeira. Para além da Alemanha, este sistema construtivo também é bastante comum na Suíça, na Inglaterra e norte de França, uma vez que lida muito bem com os sismos e trata-se de um modo de construção resistente (Encyclopedia, n.d.).



Figura 39 – Exemplo de edifícios tradicionais alemães construídos com o sistema de enxaimel (“Posts about traditional buildings in germany on Starting over in Stuttgart,” n.d.)

Após a segunda guerra Mundial, a construção em taipa começou a destacar-se neste país, principalmente na zona Leste. Nas zonas de Schleswig-Holstein e Baixa-Saxónia, este método construtivo começou a aparecer devido, essencialmente, ao conhecimento dos manuais franceses, que serão referidos em seguida no ponto 2.2.3, e pelas vantagens que esta técnica tem relativamente aos riscos de incêndio. A Alemanha tornou-se um dos países com maior avanço no que diz respeito à industrialização de materiais e regulamentação das construções em terra, o que pode ser muito bom no que diz respeito à reabilitação (Fernandes, 2006). Pode ainda ser referida a construção de edifícios em alvenaria de pedra, que podiam aparecer em zonas em que esta era abundante.

As paredes divisórias eram feitas normalmente em taipa ou em tijolo revestidas com argamassas de cal ou gesso. Quanto aos pavimentos e os seus revestimentos não se encontraram novidades quando comparados com os edifícios tradicionais portugueses.

As coberturas são normalmente bastante inclinadas nos edifícios deste país, devido essencialmente ao clima. Dessa forma, existe normalmente um aproveitamento do espaço sob a cobertura. A sua estrutura é feita em madeira, com o sistema de asnas, e os seus revestimentos podem variar de região para região, sendo as peças de ardósia e as telhas cerâmicas os materiais mais comuns.

Os revestimentos das paredes são normalmente feitos através de rebocos de argamassas pobres, estucados e pintados. No entanto, nas paredes divisórias o uso de gesso como revestimento é o método mais comum.

2.2.2. Itália

Itália é um país com zonas, como por exemplo Veneza, em que a maior parte das fundações eram feitas através de estacas de madeira, devido essencialmente às características dos solos e aos canais existentes na cidade. Trata-se de um país que foi desenvolvendo estudos na área das estacas de madeira e através destes foi crescendo o conceito de microestacas (Ricardo & Antunes, 2012). No entanto existem algumas zonas do país em que as fundações podiam ser realizadas em alvenaria de pedra ou de tijolo (Muratura, n.d.).

O adobe era o principal método construtivo utilizado nas paredes resistentes dos edifícios tradicionais italianos, mas também era bastante utilizada a alvenaria de pedra, irregular ou em blocos, em zonas com abundância de pedra. Na figura 40 estão representados alguns exemplos de edifícios com paredes em adobe.



Figura 40 - Exemplo de edifícios italianos em adobe (“‘non spingente’ del trilito,” n.d.)

Nessas mesmas zonas, as paredes podiam ser formadas por pedra em paralelepípedos bastante regulares e dispostos da forma apresentada na figura 41.

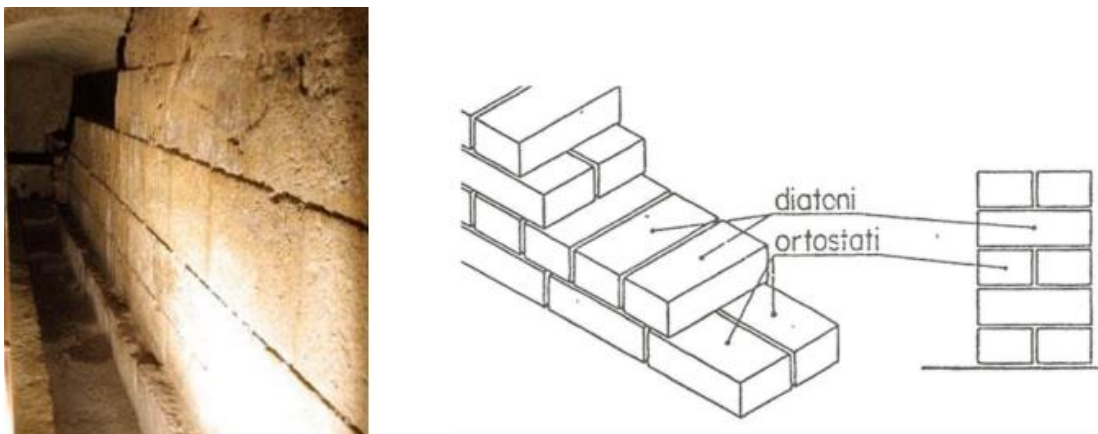


Figura 41 - Exemplo de alvenaria de pedra regular em edifícios italianos (Muratura, n.d.)

Paredes estruturais mistas de tijolo e pedra eram também comuns em algumas regiões. Os elementos das paredes eram ligados com argamassas de terra ou de areia, com cal hidráulica, aérea ou gesso. Nas regiões de Toscana e Piemonte, algumas construções rurais eram feitas em taipa, no entanto não existiam os mesmos conhecimentos da Alemanha e da França.

Existia ainda outra forma construtiva que era à base de blocos espalmados de argila cozidos, dispostos uns sobre os outros, geralmente unidos com argamassas de terra como se pode ver na figura 42.



Figura 42 - Exemplo de métodos construtivos à base de argila (Muratura, n.d.)

Estes edifícios são normalmente rebocados e pintados, com materiais compatíveis à solução de base, quer nas paredes resistentes, quer nas paredes divisórias.

As paredes divisórias eram usualmente construídas de uma forma parecida com a técnica do fasquiado, no entanto, estas eram complementadas com gessos, como se pode ver na figura 43.

Contudo, podiam existir alguns edifícios com paredes divisórias em tijolo maciço ou em adobe (Faccio, 2013).



Figura 43 - Exemplo de paredes divisórias em edifícios italianos (Faccio, 2013)

Os pavimentos apresentavam uma estrutura de madeira com vigas e uma espécie de caixas de reforço de madeira, tal como se pode ver na figura 44. Dessa forma, conseguiam suportar um revestimento com argamassas e azulejos. Os tetos eram, normalmente, envernizados e à vista, ou eram revestidos com placas de gesso ou madeira e pintados. Os pavimentos ainda podiam apresentar uma estrutura simples de madeira, como a descrita para os edifícios tradicionais portugueses, com um revestimento em soalho de madeira. Pode ainda fazer-se referência aos pavimentos térreos que podiam ser revestidos com lajedos de pedra ou azulejos (Faccio, 2013).

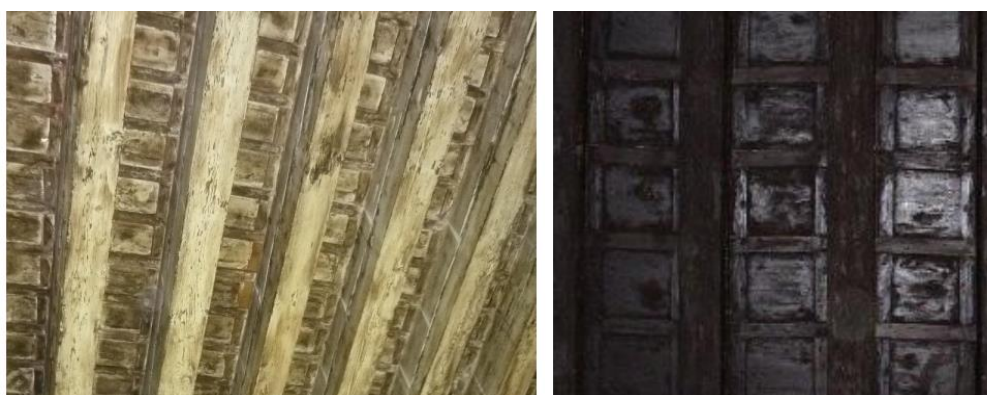


Figura 44 - Exemplo de pavimentos de madeira em edifícios tradicionais de Itália (Faccio, 2013)

No que diz respeito às coberturas estas podiam ser inclinadas, com a estrutura de madeira tal como a utilizada em Portugal. O revestimento podia ser feito com telhas cerâmicas, sendo a canudo e a romana as mais comuns, com peças de ardósia ou com alguns elementos metálicos (Senales, n.d.).

No entanto, em zonas como Veneza, era bastante comum o uso de coberturas planas com zonas de terraço que podiam ser construídas através de sistemas de abobadas, ou com pavimentos de madeira reforçados com argamassas e revestimentos especiais como se apresenta na figura 45.



Figura 45 - Exemplos de revestimentos de coberturas em terraço (Costruttivi & Storica, 2010)

2.2.3. França

A França é um país com uma área geográfica bastante grande e que para além de ter uma elevada diversidade de materiais, também conta com a presença de climas diversos. Nesse sentido, apresenta uma variedade de métodos construtivos de edifícios tradicionais, como se pode ver na figura 46.

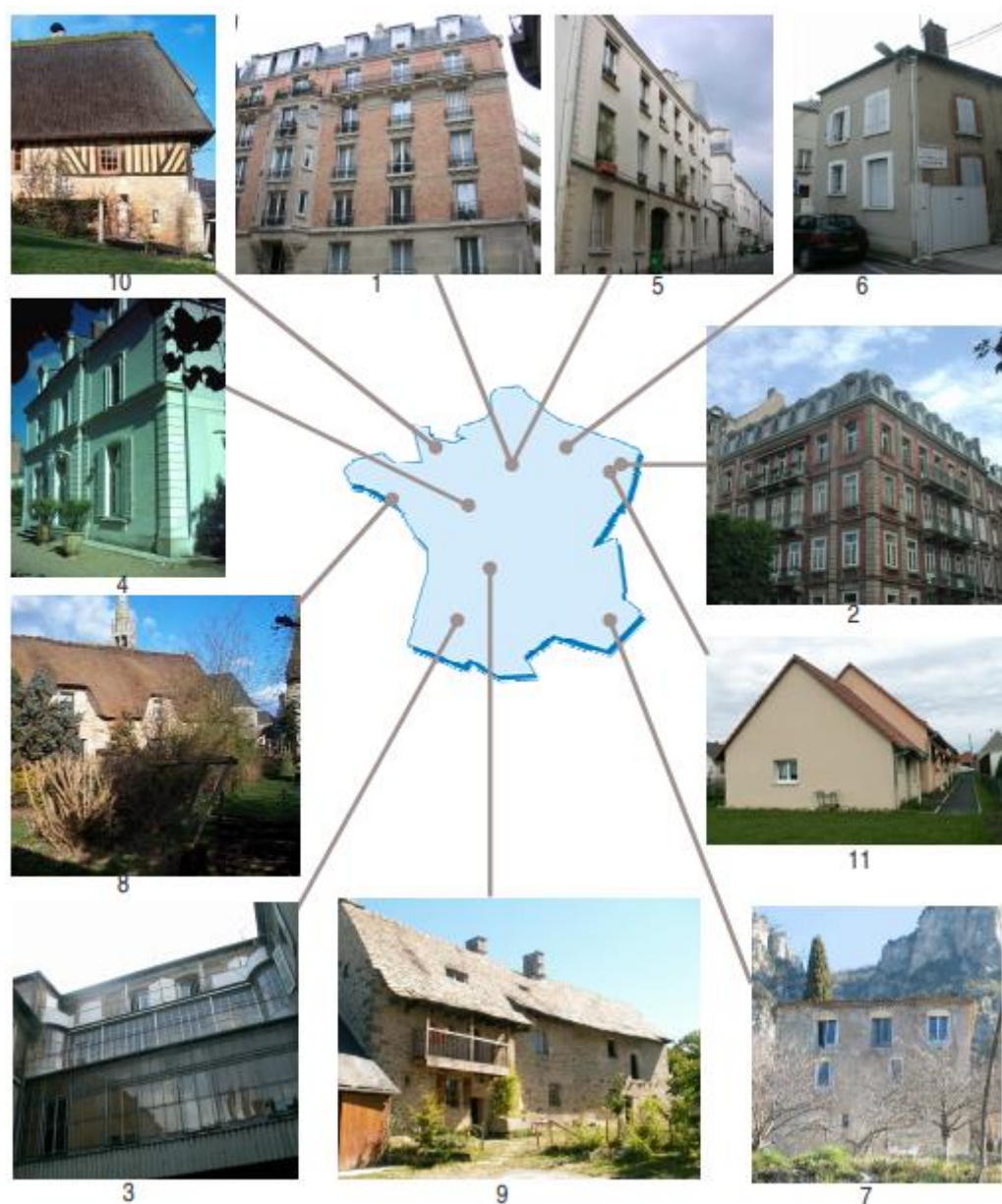


Figura 46 – Exemplos, por zona, da variedade de construção de edifícios tradicionais franceses (“CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D’ ENERGIE,” n.d.)

Os edifícios 4,5,7,8 e 9, representados na figura 46, tinham as suas fundações e paredes construídas em alvenaria de pedra, sendo este o tipo de construção mais utilizado nos edifícios tradicionais franceses. As pedras e argamassas utilizadas, tal como em Portugal, podiam ser de vários tipos, dependendo dos materiais existentes nos locais. Os métodos construtivos eram semelhantes aos referidos para alvenarias de pedras dos edifícios portugueses. A alvenaria de tijolo, como está representado nos edifícios 1, 2 e 3, da figura 46, era outra técnica bastante usual em algumas zonas da França, onde existiam grandes depósitos de argila e onde a pedra era rara, sendo os tijolos fabricados

com argila. No entanto, as dimensões dos tijolos iam variando de região para região. Os edifícios 5 e 10, apresentavam as paredes construídas em enxaimel, e neste caso os espaços eram normalmente preenchidos com pedras, tijolos ou elementos de terra que podiam ser complementados com plantas. As fundações neste tipo de edifícios eram geralmente construídas em alvenaria, de modo a evitar o contacto com a humidade proveniente do solo (“CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D ’ ENERGIE,” n.d.).

Para além disto, como está representado no edifício 6 da figura 46, as paredes estruturais podiam ser construídas também em adobe. Nas regiões ao sul do rio Loire, em França, a taipa era o método tradicional construtivo mais comum. No entanto, a partir do aparecimento dos manuais *Cahiers d’École d’Architecture Rurale* (1793) de François Cointeraux (1740-1830), a taipa começou a ter uma grande expansão e difusão noutras regiões francesas e para outros países Europeus, uma vez que foram traduzidos. Mais tarde apareceram outros manuais que descreviam métodos de construção de taipa com ou sem juntas. Estas juntas podiam ser horizontais ou oblíquas e eram preenchidas com cal. Este método construtivo era utilizado em paredes divisórias e em paredes estruturais tornando-se bastante importante conhecer estes manuais de modo a tornar a reabilitação e reforço de edifícios numa atividade mais fácil (Fernandes, 2006).

As paredes divisórias eram normalmente construídas em tabiques, fasquiados de madeira, tijolo ou com o sistema enxaimel.

Os pavimentos dos edifícios tradicionais franceses eram normalmente construídos em madeira, excetuando-se os pavimentos térreos, que tal como em Portugal eram construídos em lajedos de pedra. No caso dos pavimentos em madeira, estes eram constituídos por vigas de madeira, relativamente isolados, uma vez que existia um forro de revestimento do pavimento e do teto, normalmente enchido com gesso ou areias. No que diz respeito aos tetos, estes normalmente eram construídos com ripas e gesso (“CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D ’ ENERGIE,” n.d.).

No que diz respeito às coberturas, estas normalmente são inclinadas, devido ao clima deste país. A estrutura destas é normalmente construída com elementos de madeira e ligações metálicas. O revestimento dos telhados podia ser com peças de ardósia, com chapas de zinco, tal como se pode ver na figura 47, em Paris, ou com telhas cerâmicas (Proposition De, Pour, & Rehabilitation, n.d.).



Figura 47 - Exemplo de vista dos telhados de Paris revestidos com zinco (Braga, n.d.)

Falta ainda fazer referência aos revestimentos das paredes que normalmente eram feitos com rebocos de argamassas pobres e posteriormente com uma pintura. No entanto muitas das paredes exteriores eram deixadas com a face à vista.

2.2.4. Espanha

A Espanha é o único país que faz fronteira com Portugal. Desse modo, é evidente que a atividade construtiva nas zonas fronteiriças seja comum para ambos os países. Por exemplo, na região norte era comum a construção de paredes estruturais de grande espessura de alvenaria de pedra, normalmente xisto ou granito. Os pavimentos tal como as coberturas eram construídos em madeira, como já se referiu na secção relativa aos edifícios tradicionais portugueses (*Manual para a conservação e reabilitação da diversidade bioconstrutiva*, n.d.).

De uma forma geral, a taipa e o adobe eram um método de construção bastante comum nos edifícios tradicionais espanhóis. Na costa do Mediterrâneo, Estremadura, Castela, Aragão, Múrcia entre outros, a taipa era um método construtivo bastante corrente, quer nas paredes resistentes, quer nas paredes interiores. A taipa era formada por terra com adições de cal em fortificações e com terra compactada entre taipais. Os ligantes eram de gesso ou cal. Contudo, em Valência, por exemplo, os blocos de taipa eram habitualmente complementados com tijolo maciço, de onde resultava uma alvenaria bastante resistente (Fernandes, 2006). Ainda se pode fazer referência às construções das paredes estruturais em enxaimel, que era parecida com a técnica das cruces de santo André, como já foi referido anteriormente e cujos espaços eram preenchidos com tijolos cozidos, de terra, ou com alvenaria de pedra irregular. Na figura 48 está representado um exemplo de edifício construído em taipa.



Figura 48- Exemplo de edifício espanhol construído em taipa (Fernandes, 2006)

As fundações, tal como em Portugal, eram normalmente construídas em alvenaria de pedra ligadas com argamassas de terra e cal. Os pavimentos e a estrutura das coberturas eram construídos em madeira, como já se tinha referido anteriormente, com ligações com elementos metálicos ou empalmes. No entanto, em algumas zonas e em edifícios mais nobres, era comum o uso de pavimentos e coberturas com estruturas de arcos, que podiam ser complementadas ou não com elementos de madeira (“Herramienta 8,” n.d.).

Os revestimentos das coberturas eram normalmente realizados com telhas marselha, com telhas canudo ou com peças de ardósia (Geográfica et al., n.d.). A figura 49 apresenta uma vista sobre os telhados de edifícios tradicionais espanhóis.



Figura 49- Vista sobre telhados espanhóis (Geográfica et al., n.d.)

2.2.5. Luxemburgo

No Luxemburgo, o sistema de construção das fundações era idêntico ao das fundações diretas e semidirectas usado em Portugal nos casos de fundações de alvenaria de pedra. As fundações constituíam um simples prolongamento das paredes estruturais, existindo nalgumas situações um ligeiro alargamento. O uso de caves neste país era bastante comum.

As paredes estruturais apresentavam uma elevada espessura (normalmente pelo menos meio metro) que para além de dar uma maior resistência a este elemento estrutural, ainda funcionava como um melhoramento de isolamento térmico. Tratavam-se de paredes normalmente construídas em alvenaria de pedra sem aparelhamento e ligadas com argamassas de areia e outros elementos, como por exemplo terra, nos edifícios habitacionais até dois andares. No que diz respeito a edifícios históricos ou com vários andares, a presença de paredes estruturais com pedra aparelhada e juntas de argamassa era bastante comum. Por sua vez, as paredes divisórias eram construídas normalmente com fiadas de tijolo de barro maciço com juntas de argamassas pobres e apresentavam espessuras muito menores. No entanto, nalguns casos, estas paredes também podiam ser realizadas em tabique ou fasquiado. Na figura 50, na esquerdo está representado um exemplo de parede estrutural em alvenaria de pedra e na direita um exemplo de parede divisória em tijolo maciço.



Figura 50 - Exemplos de constituição de paredes estruturais e divisórias no Luxemburgo

No que diz respeito aos pavimentos, tal como o que acontece em Portugal, estes subdividem-se em pavimentos térreos e elevados. Os térreos eram construídos essencialmente em lajedos de pedra, e os elevados em madeira, com o mesmo método utilizado nos pavimentos antigos portugueses.

Neste país, a presença de neve desde sempre foi comum, logo as coberturas eram bastante inclinadas de maneira a não existir acumulação de neve e não se criar esforços elevados, que por sua vez, podiam levar a uma deformação dos elementos estruturais. A estrutura destas coberturas era construída em madeira, tal como acontece nos edifícios antigos portugueses. As suas ligações eram feitas através de empalmes ou de peças metálicas. No entanto estas levavam normalmente um forro de madeira de modo a obter-se um melhor isolamento térmico e um melhor apoio para as telhas. Devido à elevada altura e inclinação dos telhados, estes normalmente eram espaços aproveitáveis, especialmente para arrumações.

No que diz respeito ao seu revestimento, este era normalmente realizado com telhas de amianto-cimento, como se pode ver na figura 51, mas que nos dias de hoje é proibido por causar problemas de saúde. Nesse sentido é necessária uma especial atenção na reabilitação deste tipo de telhado (Pr, n.d.). Com o aparecimento do zinco, este começou a ser bastante utilizado, principalmente em pontos singulares, como em chaminés, rufos e cumeeiras (Braga, n.d.). O uso de telhas cerâmicas também era comum em alguns destes edifícios mas nestes casos o forro de madeira descrito anteriormente não costuma ser aplicado.



Figura 51 – Exemplos de telhados em amianto-cimento no Luxemburgo (Pr, n.d.)

No que diz respeito aos revestimentos das paredes, estas geralmente eram rebocadas e pintadas, existindo, tal como em Portugal, um especial cuidado em relação à granulometria utilizada nos rebocos das paredes interiores. Já os pavimentos eram revestidos com peças de madeira e os tetos podiam apresentar-se à vista, ou eram forrados com placas de madeira, com ou sem pintura.

2.2.6. Colômbia

Colômbia é um país sul americano com uma elevada incidência sísmica. Esse facto apresenta alguma relevância, uma vez que se trata de um país com uma forte construção de edifícios em taipa e em adobe, que se tratam de métodos construtivos usuais em algumas zonas de Portugal, com pouco

desenvolvimento de estudos nessa área. No entanto os colombianos conseguiram desenvolver um manual bastante interessante no que diz respeito ao reforço dos edifícios construídos em taipa e adobe, que será referido posteriormente.

Neste caso os métodos construtivos das paredes, dos pisos e das coberturas eram os mesmos utilizados nos edifícios tradicionais portugueses, pelo que não se voltará a fazer referência nesta secção. Contrariamente ao que acontece nos países já referidos anteriormente, na Colômbia existem alguns edifícios sem fundações. Outra diferença reside no facto de nos edifícios tradicionais colombianos ser comum a existência de ventilação das paredes exteriores. Nas próximas secções será dado um maior ênfase a este país. Na figura 52 apresentam-se exemplos de edifícios tradicionais colombianos construídos em adobe e taipa.



Figura 52 - Exemplos de edifícios colombianos construídos com sistemas de adobe e taipa (A. C. De, Sismica, & Social, n.d.)

2.3. Semelhanças e diferenças

As semelhanças são mais que as diferenças no que diz respeito às construções tradicionais em Portugal e no estrangeiro, e isto acontece propositadamente, como foi referido anteriormente, no sentido de se conhecerem edifícios com características semelhantes de modo a se aprenderem, posteriormente, técnicas de reabilitação e reforço aplicáveis nos edifícios tradicionais portugueses.

As fundações diretas são as mais comuns utilizadas, quer em Portugal, quer no estrangeiro, principalmente em países como a Alemanha, Luxemburgo e Colômbia (quando estas existem). Já na França e Espanha são mais comuns as fundações semidirectas com sistemas de arcos e abobadas. Já na Itália, para além das fundações semidirectas, as fundações indirectas estão muito presentes na construção tradicional em algumas zonas deste país que se pode comparar com o sistema de fundações usado na baixa de Lisboa.

Quanto às paredes estruturais, encontraram-se como principais diferenças, o método de construção em enxaimel, usado em alguns países estrangeiros e que apesar de ser parecido em termos de materiais com o sistema de construção com cruces de Santo André, em termos de forma construtiva são diferentes pois não apresentam as cruces. Pode ainda fazer-se referência ao método de construção usado em alguns edifícios italianos, cujas paredes resistentes são construídas com uma alvenaria de blocos espalmados, parecidos com telhas. Por fim, outra diferença reside no pormenor usado nas paredes estruturais colombianas em taipa ou adobe que apresentam uma boa ventilação, evitando deste modo condensações dentro de casa. O restante não apresenta grandes disparidades, existindo diferenças apenas em pequenos pormenores no que diz respeito a materiais utilizados.

Nas paredes divisórias são bastante semelhantes os métodos construtivos e os materiais usados em Portugal e no estrangeiro. O uso de tijolos, nomeadamente em países como o Luxemburgo é uma metodologia comum, mas consequentemente, apresenta também problemas de ligações especialmente entre paredes divisórias e pavimentos. No entanto, a taipa é sem dúvida o método mais comum no que diz respeito a paredes divisórias.

Os pavimentos, deste tipo de edifícios são comuns para os vários países, excetuando-se o caso de alguns pavimentos com estruturas reforçadas utilizados na Itália, cuja técnica é bastante interessante, devido essencialmente à resistência fornecida a este elemento.

A estrutura das coberturas acaba por ser parecida em todos os países, com sistemas triangulares de madeira e elementos de ligação em ferro. No entanto, o revestimento é diferente essencialmente em França, onde uma boa parte dos telhados de Paris são construídos em chapas de zinco, ou no Luxemburgo em que o uso de telhas de cimento-amianto é bastante comum. Existem no entanto edifícios tradicionais portugueses com este tipo de telhados, mas são mais raros.

No que toca aos revestimentos de paredes, são comuns as argamassas de cal, o gesso, as argamassas pobres nos rebocos e a pedra à vista. Contrariamente ao que acontece em Portugal, nos sistemas de enxaimel é normal existirem peças de madeira à vista. Já no estrangeiro é raro encontrar-se azulejos nos revestimentos de paredes.

Um revestimento interessante de pavimentos, devido à sua durabilidade, é o usado na Itália com argamassas especiais, que não é comum nos edifícios tradicionais mas que pode ser adaptado para as edificações portuguesas

CAPÍTULO 3

Anomalias e suas típicas causas

O presente capítulo tem como principal objetivo o de analisar as anomalias e as suas típicas causas para cada elemento construtivo, tal como foi apresentado no capítulo anterior, dando dessa forma uma certa continuidade. Por conseguinte, com este trabalho pretende-se apresentar uma espécie de guia que facilite compreender como eram construídos os edifícios tradicionais bem como os seus problemas e as suas possíveis resoluções que serão apresentadas no capítulo 4.

Sabe-se que as anomalias normalmente podem aparecer justapostas, o que pode criar alguma dificuldade em separá-las e compreender o que realmente acontece nos edifícios antigos. Nesse sentido, essas serão apresentadas para cada elemento construtivo, sem deixar, no entanto, de considerar as repercussões que podem ter para o edifício em si.

De uma maneira geral, para qualquer edifício tradicional, seja em Portugal ou em qualquer país do mundo, o envelhecimento é uma causa comum dá origem a anomalias. Através deste capítulo, pretende-se descrever as causas e as anomalias típicas dos edifícios tradicionais. Mais uma vez, o estudo será feito para Portugal e para o estrangeiro, encontrando desse modo semelhanças e diferenças, pois com um estudo aprofundado torna-se mais fácil a decisão de técnicas de reabilitação e reforço a aplicar.

3.1. Portugal

Sabendo que o betão apareceu em Portugal no início dos anos 40 do século XX, pode concluir-se que os edifícios tradicionais apresentam mais de 50 anos, como já foi referido anteriormente. Nesse sentido, se estes não tivessem sido sujeitos a intervenções de manutenção, muitos dos edifícios provavelmente já não cumpririam a sua função estrutural (Appleton,2011).

3.1.1. Fundações

As fundações dos edifícios tradicionais apresentam anomalias bastante frequentes associadas, essencialmente, ao terreno de fundação, ao edifício em si ou à própria fundação. Os problemas de

maior gravidade estão normalmente relacionados com o terreno de fundação. Desta forma, as alterações que o solo vai sofrendo, como compressões ou descompressões e a presença de água muitas vezes inesperada são a maior preocupação.

Uma das principais causas que leva à existência de anomalias em fundações é a presença de água. Esta pode aparecer devido a alterações do nível freático. Geralmente as alterações dos níveis freáticos são feitas em fase de obra, de modo a se construir num terreno seco, entretanto os níveis vão estabilizar podendo originar infiltrações nas fundações. A água também pode aparecer devido a infiltrações das águas das chuvas ou de roturas nas redes de águas de esgoto. A presença de água leva ao descalçamento das fundações, que por sua vez leva ao assentamento da estrutura e consequentemente, o aparecimento de fissuras ao longo do edifício. Para além disto pode ainda estar associada a degradação dos materiais de fundação (Appleton, 2011).

Existem outras causas que podem levar ao aparecimento de anomalias nas fundações e no edifício em si. Um exemplo são os trabalhos de movimentos de terra em terrenos próximos que podem levar a uma descompressão lateral e por sua vez a movimentos de assentamento. Por outro lado, as vibrações associadas a estes trabalhos, ou a trabalhos de demolição podem levar também à compactação do solo e mais uma vez ao assentamento das fundações. Estes assentamentos acabam por gerar fissuras no edifício com diversas direções, como está representado na direita da figura 53.

O próprio material de construção das fundações pode trazer anomalias associadas. Por exemplo, nas fundações indiretas, a madeira pode vir a apodrecer, como se pode ver na esquerda da figura 53, aquando das alterações de humidade envolvente (mais uma vez o nível freático apresenta uma grande influência). Para os outros tipos de fundação, o problema mais comum é o desaparecimento de material, quer pela lavagem dos materiais mais finos, normalmente provenientes das argamassas de assentamento, quer pela meteorização, em casos das fundações ficarem expostas ao meio ambiente devido a escavações vizinhas.

Em suma, as principais anomalias relativamente às fundações passam pela degradação das características mecânicas da alvenaria e a redução da área de contacto fundação-solo, que levam a movimentos nas fundações. Como em qualquer construção existem também erros de projeto, como o dimensionamento incorreto, e erros de execução. Na tabela 1, apresenta-se um quadro resumo das anomalias presentes nas fundações bem como as suas típicas causas.

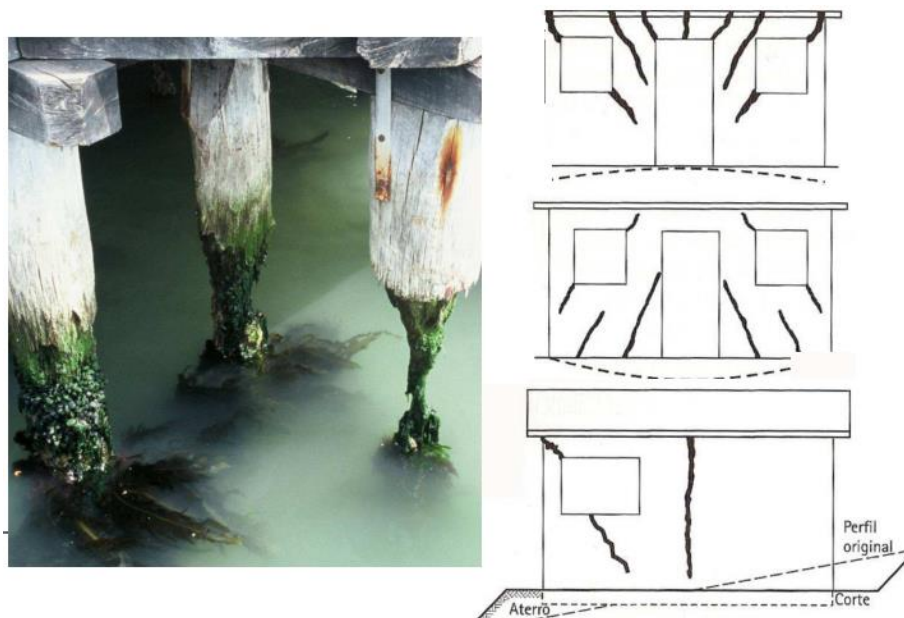


Figura 53 - Exemplo de anomalias nas fundações de deterioração dos materiais e fissurações causadas por variações de humidade e assentamentos (Civil, 2012b)

Tabela 1 - Resumo de anomalias e típicas causas nas fundações

Fundações		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none"> Fundações diretas Fundações semidirectas Fundações indirectas 	<ul style="list-style-type: none"> Descalçamento Assentamentos Fissuras Degradação dos materiais Apodrecimento da madeira Desaparecimento de material Meteorização Degradação das 	<ul style="list-style-type: none"> Compressões e descompressões do terreno de fundação Erros de projeto Erros de execução Presença de água Movimentos de terra em terrenos próximos Vibrações no terreno Trabalhos de demolição Alterações de humidade

	<p>características mecânicas da Alvenaria</p> <ul style="list-style-type: none">• Redução da área de contacto fundação-solo• Dimensionamento incorreto	<ul style="list-style-type: none">• Fundações expostas
--	---	--

3.1.2. Paredes estruturais

Quando se tratam das anomalias presentes em paredes estruturais de alvenaria de edifícios antigos, as mais comuns são, sem dúvida, a desagregação. Trata-se de uma anomalia bastante generalizada e que aparece em conjunto com o desgaste dos ligantes, devido essencialmente aos agentes ambientais erosivos como a chuva e o vento. A fendilhação e o esmagamento são outras anomalias mais frequentes neste elemento construtivo, que advêm normalmente de problemas estruturais ou de presenças inesperadas de água (Appleton,2011).

A desagregação nos edifícios de alvenaria de pedra acontece com maior frequência nos níveis de rés do chão devido a intervenções humanas, a efeitos de choques de veículos e à detioração dos materiais através de efeitos de poluição. A ação da água, principalmente das água infiltradas (chuva, ascensão por capilaridade de humidade proveniente dos terrenos, *etc.*) é uma das principais causas para a desagregação generalizada que acontece nas paredes resistentes. Por outro lado, os agentes climatéricos têm uma grande importância no que toca à ocorrência da desagregação, desde as alterações climatéricas com as variações de temperatura que conduzem a retrações e expansões dos materiais, até à ação do vento que transporta poeiras e areias (P. Em & Alvenaria, n.d.). A desagregação pode ainda resultar da progressão e agravamento dos problemas de fendilhamento e das ações meteóricas que são as responsáveis pelo desgaste superficial das paredes mas que deixam de ser causas preocupantes se existirem frequentemente ações de conservação dos edifícios. Com a desagregação podem acontecer alterações das características mecânicas das alvenarias e por sua vez reduções da resistência à compressão e ao corte. Na figura 54 estão representados alguns exemplos de fissuração e desagregação em paredes estruturais.



Figura 54 - Exemplos de fissuração e desagregação de paredes estruturais (Tavares, 2011)(Raquel & Roseiro, 2012)

Nos edifícios de alvenaria de pedra, a fendilhação pode aparecer em diversas zonas das paredes e para cada zona existem causas diferentes. Nas zonas de aberturas de janelas e portas e nas zonas correntes das paredes surge a fendilhação devido essencialmente à ação dos sismos, a movimentos de assentamentos em fundações (normalmente assentamentos diferenciais) e a esforços de flexão excessivos provenientes de falhas na resistência dos lintéis superiores ou de arcos de descarga que levam à formação de fissuras verticais. Já no que diz respeito à zona das paredes de suporte das coberturas dá-se o aparecimento de fendas devido essencialmente a impulsos horizontais produzidos através do abatimento de arcos ou de disfuncionamentos estruturais das asnas de cobertura. Nas coberturas em terraço, o deficiente isolamento térmico dá origem a variações dimensionais que provocam fendas horizontais na ligação parede-cobertura (P. Em & Alvenaria, n.d.). Uma zona bastante crítica para o aparecimento de fissuras reside na zona de ligação entre as paredes ortogonais, que acontece devido à falta de ligações eficazes como os perpianhos ou tirantes (Appleton, 2011). Em forma de resumo, as causas normais para surgirem fissuras são as condições climatéricas, a falta de conservação e manutenção, os defeitos de construção, a falta de análise ou má escolha dos terrenos de construção, o assentamento dos terrenos, os sismos e a perda de isolamento térmico que vão gerar infiltrações nos edifícios, agravar as anomalias existentes e em casos mais graves podem até levar ao desabamento de edifícios ou à sua perda de estabilidade (Castilho et al., 2009).

Relativamente ao esmagamento, esse trata-se de uma anomalia menos frequente e de carácter local, que aparece especialmente em zonas de aplicação de cargas excessivas e nas zonas de contacto lateral entre as vigas de madeira e a alvenaria. Esse fenómeno acontece devido à falta de apoios que

resistam às cargas descarregadas pelas vigas ou ao excesso de cargas que excedem bastante os valores que estavam previstos. Este tipo de anomalia ocorre também em edifícios adjacentes a construções novas, caso estas possuam caves e os seus muros sejam ancorados. A pressão de injeção das ancoragens destes novos edifícios pode ser excessiva e por sua vez pode criar pressões ascendentes no solo provocando assim esmagamentos ao nível do primeiro piso (P. Em & Alvenaria, n.d.).

Para além deste tipo de anomalias pode ainda acontecer o deslocamento de paredes. Este denuncia fraquezas nas ligações existentes e é causado especialmente pelas ações de origem térmica, pelos assentamentos das fundações e por deslocamentos horizontais. Outra anomalia que pode surgir neste elemento construtivo passa pela deposição de sais, devido a problemas de infiltrações, que consequentemente leva à degradação da alvenaria. As deficiências de execução nas paredes de alvenaria de pedra irregular dão a origem ao aparecimento de abaulamentos que podem ser agravados através da presença de água, constituindo dessa forma mais uma anomalia das paredes estruturais.

Para além destas, o desconforto térmico pode ser considerado uma anomalia e manifesta-se através de condensações nas zonas frias que levam à criação de fungos e bolores, como se pode ver na figura 55. Este fenómeno é causado pela insuficiência ou ausência de isolamento nas paredes exteriores (e também nos pavimentos e coberturas) (Raquel & Roseiro, 2012).



Figura 55 - Exemplo da criação de fungos e bolores causado ausência de isolamentos (Raquel & Roseiro, 2012)

Existem ainda as paredes estruturais com elementos de madeira, cuja anomalia mais comum é o apodrecimento da madeira quer por ataques de agentes xilófagos, quer pela presença de água, entre outros. Este apodrecimento acontece frequentemente nas paredes exteriores, ou seja, que têm contacto com a água. Caso contrário, a madeira é um material que apresenta um excelente estado de

conservação. Passa-se a especificar as localizações preferenciais desta anomalia e as suas devidas causas para este elemento construtivo. O apodrecimento da madeira das paredes exteriores tem como principais causas o aparecimento de carunchos, insetos e térmicas, bem como a presença sazonal de humidade que leva ao surgimento de fungos de podridão. Por outro lado, em elementos de madeira pertencentes a paredes atravessadas por redes de águas e esgotos ou por tubos de queda em grés é provocado o apodrecimento. Isto acontece devido às frequentes ruturas e derrames de águas ou de esgotos domésticos, uma vez que as tubagens são muito rígidas quando comparadas com a elasticidade das paredes com elementos de madeira. O apodrecimento da madeira em elementos pertencentes a edifícios subjacentes é causado essencialmente pela infiltração das águas da chuva que se acumula entre os dois edifícios caso estes não se encontrem convenientemente vedados (P. Em & Alvenaria, n.d.). A figura 56 tem representado um elemento de madeira em estado de degradação.



Figura 56 - Exemplo de degradação dos elementos de madeira nas paredes estruturais (Minho, 2002)

Para além disso, ainda existem as paredes de alvenaria em tijolo maciço, que para além de apresentarem anomalias comuns às das paredes de pedra natural, ainda é normal presenciar microfissuras, microfissuras e separação de paramentos. A microfissuração é causada por elevadas cargas permanentes, pelos fenómenos de fluência associados, pelos grandes esforços de compressão, pelos movimentos internos da secção da parede e pela ação cíclica dos fenómenos ambientais, como o vento e as variações térmicas. Esta anomalia surge habitualmente nas juntas da argamassa e nos blocos. A microfissuração normalmente atravessa toda a secção da parede e é causada por ações estáticas ou dinâmicas correntes (assentamentos de fundações, concentração de esforços nas zonas dos cantos e sismos). Por fim, a separação dos paramentos dá-se em paredes compostas com fracas ligações transversais (P. Em & Alvenaria, n.d.).

O adobe é outra forma de construção das paredes estruturais muito presente na zona de Aveiro, entre outras, como já foi referido no capítulo anterior. Torna-se então interessante entender as anomalias que esta técnica apresenta. Tal como nos outros tipos de alvenaria de construção, a fissuração também aparece como anomalia muito frequente na alvenaria de adobe, no seu revestimento, na zona dos vãos das aberturas e na zona de junção das paredes. Neste método construtivo existem ainda as seguintes anomalias: o esmagamento localizado, a deformação excessiva, o empolamento e destacamento dos revestimentos, a presença de manchas de humidade e a degradação do próprio adobe. As principais causas para ocorrerem estes tipos de anomalias passam pela presença de água, que se trata de um elemento prejudicial para qualquer edifício, a ocorrência de assentamentos e movimentos nas fundações, a inexistência ou má execução dos travamentos das paredes, a existência de cargas concentradas, os sismos, a excessiva deformação dos elementos estruturais, o comportamento distinto dos diferentes materiais, a ventilação insuficiente, o uso de revestimentos demasiado espessos e inadequados, a ação da temperatura. Por fim, como para todos os elementos construtivos, o envelhecimento inevitável, a degradação dos materiais e os erros de construção são causas que estão sempre presentes na origem das anomalias (Varum et al., 2005). Na figura 57 estão representados exemplos de anomalias presentes em edifícios tradicionais de adobe.

Na tabela 2, está apresentado um resumo das anomalias e típicas causas referentes às paredes estruturais de edifícios tradicionais.



Figura 57 – Exemplos de desagregação de materiais, assentamentos de fundações e fissuração em paredes de adobe (Varum et al., 2005)

Tabela 2 - Resumo das anomalias e típicas causas em paredes estruturais

Paredes estruturais		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Paredes de alvenaria de pedra • Paredes de alvenaria de tijolo maciço • Paredes mistas: tijolo + pedra • Paredes de adobe 	<ul style="list-style-type: none"> • Desagregação Leva a: alterações das características mecânicas e à redução da resistência à compressão e ao corte • Desgaste dos ligantes • Fendilhação Leva a: infiltrações e perda de isolamento térmico • Esmagamento • Deterioração dos materiais • Deslocamentos de paredes • Aparecimento de abaulamentos • Aparecimento de fungos e bolores • Fissuração • Esmagamento localizado • Deformação excessiva • Empolamento e destacamento de revestimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Agentes ambientais erosivos (chuva e vento) • Intervenções humanas • Choques de veículos • Variações de temperatura • Agravamento do fendilhamento • Presença de água • Efeitos de poluição • Ação de sismos • Movimentos de assentamentos de fundações • Falhas nos lintéis e arcos de descarga • Impulsos horizontais • Falta de ligações • Falta de manutenção e conservação • Deposição de sais • Ausência de isolamento • Presença de água

<ul style="list-style-type: none"> • Paredes com elementos de madeira: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Paredes de taipa ➤ Paredes de tabique ➤ Paredes mistas: pedra/tijolo + elementos de madeira 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação do adobe • Aparecimento de manchas • Apodrecimento • Aparecimento de carunchos • Desagregação 	<ul style="list-style-type: none"> • Assentamentos e movimentos das fundações • Inexistência ou má execução dos travamentos • Existência de cargas concentradas • Excessivas deformações dos elementos estruturais • Insuficiente ventilação • Comportamento distinto de diferentes materiais • Ação da temperatura • Ataques de agentes xilófagos • Presença de insetos e térmitas
--	--	--

3.1.3. Paredes divisórias

As paredes divisórias não apresentam tantos problemas como as estruturais pelo simples facto de não se apresentarem tão expostas ao meio ambiente e da sua principal função ser de compartimentação e não estrutural. No entanto, as paredes divisórias apresentam um importante papel no travamento da estrutura. Apesar disto, quando o edifício sofre assentamentos diferenciais nas fundações, estes podem dar origem a fendilhamentos nas paredes estruturais e a deformações excessivas dos pavimentos que, por sua vez, podem gerar esforços sobre as paredes divisórias que não estavam previstos em projeto nem na construção. Para além destes, existem outros fatores que podem mudar o papel destas paredes de maneira a torná-las em paredes resistentes, como por exemplo o carregamento causado por mudanças funcionais dos edifícios ou por intervenções inesperadas. Consequentemente, a mudança de função deste elemento construtivo torna-se num grave problema visto que estas paredes são normalmente construídas em tabique e não estão preparadas para receber cargas elevadas (Caso, 2009).

Com isto, o abaulamento é uma das anomalias mais frequentes neste tipo de paredes visto que estas se vão comportar como paredes estruturais esbeltas e deformáveis. Para além dos abaulamentos ainda podem aparecer os esmagamentos, as fissuras e os empolamentos dos rebocos devido a compressões excessivas. Estes problemas acontecem pelas razões referidas anteriormente ou pela falta de informação nas operações de intervenção que podem originar um carregamento indevido destas paredes.

Como em todos os elementos construtivos, nas paredes divisórias podem aparecer também anomalias típicas relacionadas com a presença de água e envelhecimento dos materiais. No entanto, neste elemento não são tão relevantes, como por exemplo nas paredes estruturais. Existem zonas mais propícias ao aparecimento de anomalias. Exemplo disso, são as zonas onde passam tubagens e as zonas de ligação entre as paredes divisórias e as paredes exteriores, como se pode ver na figura 58 (Appleton,2011).



Figura 58 - Exemplo de apodrecimento da madeira nas zonas de ligação parede divisória-parede exterior (Miguel & Rodrigues, 2010)

Outros problemas frequentes neste tipo de elemento são a baixíssima resistência ao fogo e a falta de isolamento, quer térmico, quer acústico. Contudo, o isolamento acústico apresenta aqui um papel mais importante visto que o isolamento térmico é mais relevante nas paredes exteriores. Estes problemas aparecem devido ao facto de as paredes serem de espessura reduzida e construídas essencialmente com madeira.

Na tabela 3 está representado um quadro resumo das principais anomalias presentes nas paredes divisórias e as suas típicas causas.

Tabela 3 - Resumo das anomalias e típicas causas em paredes divisórias

Paredes divisórias		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none">• Tabique ou fasquiado• Cruzes de Santo André• Tijolo	<ul style="list-style-type: none">• Fissuras• Abaulamentos• Esmagamentos• Empolamento dos rebocos• Fungos de humidade e carunchos• Degradação dos materiais• Apodrecimento da madeira• Falta de isolamento acústico• Baixa resistência ao fogo• Problemas nas ligações: Paredes divisórias – paredes resistentes Paredes divisórias – pavimentos Paredes divisórias – coberturas	<ul style="list-style-type: none">• Assentamentos• Compressões excessivas• Carregamentos inesperados• Presença de água• Envelhecimento dos materiais• Paredes de reduzida espessura• Problemas de projeto ou construção

3.1.4. Pavimentos

Os pavimentos de edifícios tradicionais, como já foi referido no capítulo 2, são normalmente construídos e revestidos com madeira. No entanto, excetuam-se os pavimentos de base ou aqueles que assentam em arcos e abóbadas que são executados com alvenarias de pedra ou tijolo. Como é natural as anomalias mais comuns aparecem de acordo com a natureza dos materiais constituintes.

Por outro lado, existem também as anomalias estruturais, geralmente associadas a deformações excessivas, quer no plano, devido a ações horizontais (por exemplo, sismos), quer para fora do plano, devido a ações verticais decorrentes do uso normal. As deformações excessivas provenientes das ações verticais são causadas essencialmente pela fluência da madeira, por erros ou falta de projeto que apresentam uma insuficiência na seção das vigas, pelos excessos de cargas que não estavam previstos e pela deterioração das condições de ligação entre a estrutura dos pavimentos e as paredes resistentes que acontece na maior parte dos casos devido à presença de água (Raquel & Roseiro, 2012). Para além disto, o envelhecimento dos materiais, o desgaste superficial e a presença de agentes xilófagos (figura 59), acabam por mudar a resistência mecânica dos materiais, dando origem a uma deformação excessiva das vigas de pavimentos. A madeira apresenta uma certa fluência que pode ser agravada por empenamentos, fissuras ou mesmo deteriorações originadas na secagem das madeiras.



Figura 59 - Exemplos de ataques de agentes xilófagos e fungos de podridão nos pavimentos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)

A humidade, como em todos os elementos construtivos de um edifício, é o maior problema. Normalmente esta agrava e apressa a deterioração dos materiais. Tendo em conta que a madeira é o material mais usado e sabendo que esta não reage bem com a presença de água, as anomalias mais preocupantes advêm da humidade.

As zonas dos pavimentos mais próximas da envolvente do edifício são as que geralmente sofrem mais com a presença de água proveniente das infiltrações causadas pela humidade de precipitação. Nestes locais criam-se boas condições para o desenvolvimento de fungos de podridão e ataques de agentes xilófagos, como os carunchos e as térmitas. Quando estes agentes atacam tornam-se num grave problema, visto que acabam por destruir partes do pavimento e têm a tendência de expansão, afetando, deste modo, todo o elemento construtivo. Consequentemente, as anomalias mais comuns

passam pela redução da seção das peças de madeira e pela destruição das zonas de apoios que dão origem a rotações, vibrações, deslocamentos verticais e redistribuições de esforços. Estes problemas podem ser identificados na observação do edifício através da visualização de grandes flechas a meio vão, de deformações nos pavimentos e de elevados deslocamentos na zona das paredes (Caso, 2009).

Neste tipo de pavimentos, mesmo com a madeira num estado deteriorado, os colapsos totais não são muito comuns. Isso acontece porque a estrutura deste elemento construtivo é bastante complexa e com alguma manutenção o edifício pode durar mais de 50 anos. No entanto, é necessário um cuidado especial no que diz respeito à humidade usada na manutenção, para não causar problemas. Existem ainda obras que modificam a utilização dos edifícios ou instalações de redes de águas e esgotos, trazendo assim, problemas para os pavimentos de madeira, pois não existem projetos nem cuidados que evitem o contacto da água com a madeira. Quando se constroem, por exemplo, lajes de betão armado, se não for efetuada a sua impermeabilização, a humidade poderá causar o aparecimento de fungos de podridão e de agentes xilófagos, que por sua vez darão origem a colapsos dos revestimentos dos pavimentos e da estrutura em si.

No que diz respeito a humidade proveniente do terreno, esta é preocupante apenas para os pavimentos térreos quando esta atinge a madeira através de contacto direto com o terreno ou através da ascensão por capilaridade. Perante estes casos a humidade dará origem ao apodrecimento do material. Outros tipos de humidades que podem trazer problemas para os pavimentos são aquelas que aparecem através de vidros ou telhas partidas, de derramamentos de líquidos, de lavagens excessivas dos pavimentos, de roturas de canalizações, que por sua vez podem causar anomalias preocupantes de acordo com a frequência com que acontece a humidificação.

Existem ainda outros problemas que advêm de cortes de vigas tendo como objetivo o cumprimento de desníveis das instalações de águas e de esgotos que dão origem a uma mudança total na estrutura do pavimento. Com o passar dos anos, a qualidade da madeira vai decrescendo, as peças começam a aparecer com nós ou com fissuras causadas por problemas na secagem (figura 60). Deste modo, a presença de anomalias torna-se mais fácil. A redução das vigas e o aumento dos espaçamentos, em conjunto com a diminuição da qualidade da madeira, constituem alterações que diminuem a durabilidade dos pavimentos em edifícios tradicionais. As deformações excessivas podem ainda aparecer devido a anomalias originadas nas paredes resistentes ou a alterações nas funções dos edifícios que podem até conduzir a colapsos.



Figura 60 - Exemplos de defeitos nas peças de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)

Os pavimentos cujos materiais utilizados não são a madeira, mas sim arcos e abóbadas de alvenaria de pedra ou tijolo, ou vigas de ferro complementadas por abóbadas de alvenaria de tijolo, apresentam anomalias diferentes. Quando se trata das abóbadas de alvenaria de pedra, as anomalias são essencialmente o esmagamento, a desagregação e a fendilhação, tal como nas paredes estruturais e cujas causas do seu aparecimento são as mesmas. No entanto, podem aparecer novas anomalias associadas a deslocamentos das paredes de suporte dos pavimentos. Estas acontecem devido à deterioração das características mecânicas das paredes, a falhas nos elementos de travamento das paredes (tirantes e contrafortes) ou então a uma grande alteração nas cargas sobre os arcos ou abóbadas. Já nos pavimentos com elementos de ferro podem observar-se anomalias nas abóbadas de alvenaria como a desagregação de tijolos ou a fissuração. No entanto, o maior problema reside na corrosão dos elementos de ferro. A corrosão do ferro dá-se especialmente nas zonas de entrega das vigas às paredes de alvenaria, pois tal como nos pavimentos em madeira, estas são as zonas mais expostas a humidades de infiltração. Para além da perda da resistência do ferro, a oxidação ainda leva ao aparecimento de manchas de ferrugem, ao empolamento, à fendilhação e desagregação dos materiais de reboco e revestimentos, quando os perfis se apresentam ocultos (Appleton, 2011).

Em suma, para os pavimentos é também necessária uma especial atenção à humidade uma vez que esta, para além dos problemas referidos anteriormente, causa ainda uma certa insalubridade do ambiente, tornando-a numa anomalia bastante importante a ser tratada tendo em conta que pode causar doenças e não se torna agradável residir num edifício nesse estado.

Na tabela 4 está representado um resumo das anomalias e típicas causas existentes nos pavimentos.

Tabela 4 - Resumo das anomalias e típicas causas para pavimentos

Pavimentos		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Pavimentos térreos 	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste superficial • Destacamento de pisos • Descolamentos • Insalubridade do ambiente • Desagregação do material • Deformações excessivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Erros de projeto • Presença de água • Excessos de cargas imprevistas • Obras posteriores • Fluência da madeira
<ul style="list-style-type: none"> • Pavimentos elevados 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioração das ligações (pavimento - paredes) • Corrosão dos elementos de ferro • Apodrecimento da madeira • Fungos de podridão • Presença de agentes xilófagos 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas na secagem da madeira

3.1.5. Coberturas

As coberturas dos edifícios são, provavelmente, dos elementos construtivos mais importantes no que diz respeito à prevenção de anomalias uma vez que protege o edifício do “meio ambiente”. Em caso de entrada de água neste elemento, podem ser transferidas anomalias para os outros elementos da edificação. No entanto, trata-se de um elemento que apresenta anomalias mais graves, o que é normal, devido à sua exposição aos agentes climáticos. A vulnerabilidade das coberturas é elevada, mas, mesmo assim, não é alvo de inspeções periódicas e de manutenção com a frequência que deveria ser. As anomalias agravam-se devido à falta de manutenção uma vez que os problemas

externos não são tratados e, por sua vez, levam a que os agentes deterioradores ataquem, acontecendo desta forma uma grande degradação das coberturas. Com isto, pode concluir-se que são raríssimas coberturas de edifícios tradicionais que não tenham sofrido intervenções para, nos dias de hoje, ainda se encontrarem “de pé”.

Mais uma vez, vai fazer-se referência à presença de humidade uma vez que toda a estrutura das coberturas é construída com madeira. Basta um elemento de revestimento estar partido, uma caleira entupir ou dar-se uma deformação natural da estrutura para ocorram infiltrações e, desta forma, a madeira entrar em contacto com a água. Sabendo que as coberturas geralmente não estão devidamente ventiladas, essa entrada de água pode proporcionar o aparecimento de agentes xilófagos e as suas típicas anomalias, como uma redução das secções, uma maior capacidade de deformação e uma perda de resistência. Para além disto, os fenómenos cíclicos de secagem e humidificação podem ainda gerar a rotura das peças. O apodrecimento da madeira (figura 61) pode ainda conduzir a problemas nas ligações entre os componentes das asnas e, conseqüentemente, a parede de alvenaria passa a suportar impulsos horizontais da asna levando, desta forma, ao aparecimento de fissuras verticais nas paredes resistentes (Caso, 2009).



Figura 61 - Exemplo de degradação de elementos estruturais da cobertura (Antigos, 2007b)

Por outro lado, grande parte dos problemas que aparecem nas coberturas derivam de erros de projeto e de execução. Desta forma, os elementos de madeira podem aparecer com secções insuficientes devido à falta de conhecimento das características de resistência e deformabilidade do material. A fluência da madeira, é outro problema, e conduz ao aparecimento de deformações excessivas das coberturas que, em conjunto com uma má escolha dos materiais de revestimento (por exemplo as telhas canudo que não apresentam encaixe) dá origem a infiltrações de águas da chuva.

De uma forma resumida, as principais anomalias presentes nas estruturas de madeira passam pela secção insuficiente e por deformações excessivas causadas essencialmente por um aumento das cargas originais e pela fluência do material. Para além destas, são comuns falhas nas uniões e ruturas

nas ligações que acontecem devido a dimensionamentos incorretos, a erros de execução, a esmagamentos por compressão das peças metálicas ou a esforços de corte nos empalmes. Ainda é comum existirem roturas pontuais de elementos causados por defeitos locais como a existência de nós. É normal acontecerem também rotações nos apoios, escorregamentos nas ligações, encurvaduras, empenamentos, inexistência ou problemas de contraventamento nos planos de cobertura e insuficientes entregas que podem dar origem a problemas de instabilidade na estrutura (Antigos, 2007a). Na figura 62 estão representados exemplos de anomalias na estrutura das coberturas.



Figura 62 - Exemplos de fissuras e deslocamentos nas coberturas (Mestrado & Engenharia, 2009)

As coberturas planas, pelo facto de não terem inclinação, tornam-se facilmente permeáveis uma vez que basta o aparecimento de uma fissura para começarem a aparecer infiltrações. Para além disto, trata-se de um tipo de cobertura bastante pesada, cuja estrutura pode apresentar deformações excessivas, desprendimentos de materiais e degradação dos mesmos, causados essencialmente pela sua exposição aos agentes climáticos.

Na tabela 5, está representado um resumo das anomalias e das suas típicas causas mais comuns das coberturas.

Tabela 5 - Resumo das anomalias e típicas causas em coberturas

Coberturas		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none"> Coberturas inclinadas 	<ul style="list-style-type: none"> Apodrecimento da madeira Presença de agentes xilófagos Leva a: redução da secção; maior deformação; perda de resistência Rotura de peças Secções insuficientes Deformações excessivas Rotura de ligações Empenamentos Fissuração Desprendimento de materiais Degradação dos materiais 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição aos agentes climatéricos Presença de água Falta de manutenção Falta de ventilação Fluência da madeira Erros de projeto Erros de execução
<ul style="list-style-type: none"> Coberturas planas 		

3.1.6. Revestimentos e acabamentos

Os revestimentos e acabamentos dos edifícios tradicionais são diferentes nas paredes, nos pavimentos, nos tetos e nas coberturas. No entanto, de uma forma geral, apresentam uma anomalia em comum, a degradação dos elementos por envelhecimento agravada normalmente pela ação das águas.

No que diz respeito aos revestimentos das paredes, as suas anomalias podem estar associadas tanto ao comportamento das paredes como ao comportamento do próprio revestimento. Um exemplo típico é a fendilhação, que pode surgir em conjunto com a parede, cujas as típicas causas são as referidas anteriormente para o aparecimento de fendas em paredes. Por outro lado, os fendilhamentos podem surgir apenas no reboco, provavelmente devido à retração das argamassas e à rigidez elevada do ligante.

Os rebocos são revestimentos típicos das paredes cuja constituição pode originar fendilhações e fissurações. Estas anomalias podem ser causadas por retrações, dilatações e contrações higrotérmicas do revestimento, pelos efeitos do gelo, por espessuras inadequadas ou por deficientes dosagens na realização das argamassas. Por outro lado, podem surgir as mesmas anomalias devido a concentrações de tensões junto às aberturas e a corrosões de elementos metálicos. Eflorescências e criptoflorescências são outro problema típico deste elemento, causado essencialmente por sais solúveis provenientes do reboco, do suporte, das águas infiltradas ou de cal não carbonatada. As presenças de humidade prolongadas e a falta de ventilação podem ainda gerar biodeterioração nos revestimentos. Nestes casos, pode acontecer o aparecimento de musgos, líquenes, algas, fungos, plantas diversas ou mesmo animais de porte. A iluminação, a acumulação de pó, terra, sujidade e agentes poluentes na superfície dos revestimentos e a porosidade elevada dos revestimentos, podem ainda acentuar os problemas de deterioração.

Outra anomalia típica dos rebocos trata-se da perda de aderência que gera problemas de descolamento, destacamento ou empolamento. Esta anomalia surge devido à presença de humidade, à presença de sais, a movimentos do suporte, a dilatações e contrações térmicas e a erros de execução do revestimento, como por exemplo, falta de limpeza da superfície revestida, excesso de água de amassadura ou falta de rugosidade do suporte. A perda de coesão ou desagregação são causadas por rebocos fracos sem dureza superficial, pela presença de humidade seguida da cristalização de sais, pela ação de microrganismos e organismos e por reações químicas. A erosão pode ser causada pela humidade, por esforços mecânicos de natureza diversa, por ações dos agentes climatéricos e pela perda de coesão. A sujidade pode ser tratada como uma anomalia proveniente do escoamento da água da chuva, da ação do vento e da textura superficial do reboco.

A humidade é a causa principal das anomalias dos rebocos. Esta pode surgir na fase de construção, quando se aplica o reboco antes da secagem adequada do suporte, ou através do terreno, por capilaridade. Para além disto, pode aparecer em zonas das paredes em contacto com solo ou em casos de inexistência ou deficiente posicionamento de barreiras estanques nas paredes. A humidade pode infiltrar-se ainda através da precipitação, de condensações, de fenómenos de higroscopicidade ou por

causas fortuitas como entupimento de caleira, rotura de canalizações, deficiências nos remates de coberturas, entre outras (Patologia De & Magalhães, 2002).

As anomalias e típicas causas referidas para os rebocos são comuns às de outros tipos de revestimentos. Os revestimentos em azulejo são um exemplo cujos problemas mais frequentes são o desprendimento e fendilhação. No entanto, para além das causas referidas para os rebocos, estas anomalias podem ser causadas também por movimentos de retração do reboco ou pelo facto da resistência do azulejo não ser compatível com o reboco. Os revestimentos das paredes com elementos de madeira merecem especial atenção, uma vez que conduzem a problemas de aderência entre a madeira e o reboco e a problemas de empolamento nas zonas onde existe corrosão dos elementos metálicos.

Quanto aos acabamentos das paredes, um dos mais comuns é a caição cuja principal anomalia é a reduzida durabilidade. Esta técnica, nos casos das paredes exteriores, necessita de manutenção, de ano a ano, ou duas vezes por ano, uma vez que é lavável com a água da chuva. Nas paredes interiores a durabilidade é bastante maior, no entanto, normalmente é realizada a repintura por questões sanitárias e estéticas.

Nas paredes exteriores, outra anomalia causada pelas poeiras arrastadas pelo vento, pelos produtos químicos que provém da poluição atmosférica e pelo efeito das radiações solares que tem gerado grande polémica é a alteração do aspeto das pinturas exteriores (cores e tons). Esta anomalia não trás propriamente problemas para o edifício em si, no entanto, no que diz à preservação do património arquitetónico é importante ser referida. Mais uma vez, a utilização de técnicas e materiais recentes nos edifícios tradicionais pode trazer problemas. Um exemplo disso é o uso de tintas pouco permeáveis que podem levar à destruição de rebocos devido à presença de humidade causada pela interrupção da “respiração” da parede. Dessa forma, pode ser causada uma maior quantidade de eflorescências e humidificações dentro do edifício que conduzem a uma perda das características térmicas e a problemas de salubridade. Para além disto, ainda podem aparecer empolamentos na zona exterior da parede, entre a camada de reboco e de tinta. Mais um problema de pinturas passa por aquelas que apresentam texturas rugosas que levam à deposição de poeiras e sujidades cuja aspereza da superfície torna difícil a lavagem e dá um aspeto descuidado e degradado aos edifícios. Na figura 63 estão representados alguns exemplos de anomalias nos revestimentos e acabamentos de paredes.



Figura 63 - Exemplos de alterações de cor, de desprendimento e destacamento dos revestimentos e acabamentos (Miguel & Rodrigues, 2010)

A madeira é o material predominante utilizado nas estruturas e revestimentos de grande parte dos pavimentos. No entanto, apesar de ser menos comum, também existem pavimentos revestidos pedra ou tijoleira como já se tinha referido no capítulo 2. As anomalias mais frequentes para os revestimentos de madeira são as que estão associadas à deterioração da madeira, sendo os insetos xilófagos (carunchos e térmitas), os fungos de podridão e a humidade, as causas mais preocupantes. O aparecimento de abaulamentos no revestimento dos pavimentos também se trata de anomalia bastante comum. Esta é causada, essencialmente, pela deformação excessiva que aparece quando as características mecânicas da madeira dos revestimentos não são as mais adequadas ou quando os vigamentos se encontram demasiado espaçados em relação à espessura das peças de revestimento. Também podem surgir fissuras nas tábuas causadas normalmente pela aplicação de madeira que não se encontra devidamente seca. Para além disto, pode ainda acontecer o desgaste dos elementos devido ao uso. A fraca resistência ao fogo do material também pode ser considerada um problema. Na figura 64, apresentam-se alguns exemplos de revestimentos de madeira de pavimentos.



Figura 64 - Exemplo de degradação dos elementos de revestimento dos pavimentos (Raquel & Roseiro, 2012)

Os revestimentos de pedra dos pavimentos apresentam anomalias diferentes. Podem apresentar-se como exemplos, a desagregação associada a fenómenos físicos e químicos (reações com água ou

com agentes de limpeza), o desgaste superficial causado pelo uso e ainda a fendilhação e a fracturação geradas por esforços de flexão nas pedras causados por problemas de assentamentos. Para os revestimentos em ladrilhos ou tijoleiras, as suas anomalias são idênticas às dos revestimentos de pedra. No entanto, torna-se necessário dar uma atenção especial aos fenómenos de expansibilidade destes materiais que devido a alterações térmicas, contraem e dilatam bastante causando, desta forma, fissuras e fraturas nas peças. O desprendimento de ladrilhos é outra anomalia típica que acontece devido à incompatibilidade com a qualidade das argamassas de assentamento, à falta de juntas de assentamento e à gelificação, em algumas zonas do país.

Os revestimentos dos tetos são, geralmente, construídos em madeira. Neste caso, as anomalias passam a ser as mesmas referidas nos revestimentos de pavimentos de madeira. Por outro lado, os revestimentos podem ser rebocos que revestem as abóbadas de pedra ou tijolo, cujas anomalias típicas são as mesmas descritas para os revestimentos de paredes resistentes. Existem ainda os tetos revestidos à base de argamassas de gesso aplicadas sobre fasquiados de madeira ou em placas à base de sisal. Para este tipo de revestimento, as anomalias principais podem ser deformações excessivas, justificadas pela falta de rigidez da estrutura dos tetos, e fendilhações, que podem surgir através das deformações excessivas, de fenómenos de retração das argamassas de gesso ou através de vibrações estruturais. Quanto às anomalias dos acabamentos com pinturas de caiação, já foram referidas anteriormente. No entanto, as pinturas decorativas são de elevado interesse patrimonial e podem ser realizadas com óleo ou com outras tintas que necessitam de estudos aprofundados para se compreenderem as suas composições químicas. Estas pinturas apresentam como principais problemas o aparecimento de fissuras, de manchas, de empolamentos, de destacamentos, de alterações de cor e de falta de aderência. Os problemas de aderência advêm da incompatibilidade entre os materiais de pintura e a base de madeira. A figura 65 apresenta um exemplo de manchas nos tetos causadas essencialmente pela presença de humidade.



Figura 65 – Exemplo de presença de humidade nos tetos (Coberturas, 2009)

As coberturas, como se sabe, estão constantemente em contacto com as águas da chuva, com as radiações solares e, em algumas zonas do país, com a neve. Desta forma, as anomalias principais dos revestimentos das coberturas aparecem devido a este contacto direto com os agentes climatéricos e à sua tão importante função de garantir a estanquidade. As coberturas em terraço normalmente apresentam mais problemas, quando comparadas com as inclinadas, e isto deve-se ao simples facto de serem planas. As suas anomalias mais comuns estão ligadas à deterioração do sistema de impermeabilização, da própria cobertura e dos sistemas de drenagem. Para além disto, a incapacidade de captação e evacuação das águas pode ser outro problema. A degradação da base do pavimento pode acontecer e dar origem à deterioração dos revestimentos através de deformações excessivas e abertura de fendas. Desta forma, pode dar-se uma perda de estanquidade da cobertura uma vez que, neste tipo de edifícios, a camada impermeabilizante são os próprios revestimentos. Podem ainda referir-se outras anomalias como o descolamento e desagregação dos revestimentos em pedra e tijoleira, pelas causas referidas anteriormente. A destruição dos revestimentos é outra anomalia comum, e pode acontecer através de atos de vandalismo, uma vez que os terraços são de fácil acesso. Pode ainda fazer-se referência à falta de cuidados na aplicação de equipamentos e elementos de construção (antenas de televisão por exemplo) que podem causar a deterioração dos revestimentos.

As coberturas inclinadas com revestimentos à base de telhas cerâmicas ou de materiais similares apresentam como principais anomalias: a quebra de telhas causada, por exemplo, por grandes deformações da estrutura de madeira, da cobertura ou pela circulação inadequada sobre a mesma; a má colocação das telhas; as deformações excessivas devido ao aumento de peso nas coberturas através da colocação de argamassas nos canais do telhado (coberturas tipo “mouriscado”); a inexistência ou danificação de telhas de ventilação que levam a problemas de isolamento térmico das coberturas e a desconforto térmico no Verão; o aparecimento de fendilhações por retração causado pela falta de peças de remate substituídas por enchimentos de argamassa; a perdas de estanquidade pontuais (figura 66) nas zonas dos larós, remates com outras construções, remates de chaminés e devido ao arrancamento e destruição pelo vento de rufos e algerozes.



Figura 66 - Exemplos de pontos singulares mal concebidos e de deformações excessivas (Coberturas, 2009)

As redes de drenagem são um elemento importante a ter em conta quer para coberturas planas, quer para coberturas inclinadas, e podem trazer problemas quando apresentam deficiências. Estas deficiências são causadas por acumulações de lixo, pelo envelhecimento dos materiais dos sistemas de drenagem, pelo crescimento de plantas (figura 67), por entupimentos ou danificações nas caleiras e tubos de queda, *etc.*.



Figura 67 - Exemplos de biodeterioração dos revestimentos de coberturas (Miguel & Rodrigues, 2010)

Na tabela 6, está representado um quadro resumo das anomalias e principais causas presentes nos revestimentos e acabamentos de edifícios tradicionais.

Tabela 6 - Resumo das anomalias e típicas causas dos revestimentos e acabamentos

Revestimentos e acabamentos		
<u>Tipo</u>	<u>Anomalias</u>	<u>Típicas causas</u>
<ul style="list-style-type: none"> Paredes exteriores: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rebocos, argamassas e caiação ➤ Azulejos Paredes interiores: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rebocos, estuques e pintura ➤ Forros de madeira pintados Pavimentos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Madeira ➤ Lajedos de pedra ➤ Tijoleiras ➤ Ladrilhos cerâmicos Tetos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Madeira ➤ Estuques ➤ À vista ➤ Reboco e pintura Coberturas inclinadas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Telhas cerâmicas ➤ Ardósia ➤ Chapas metálicas 	<p><u>Paredes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Degradação dos elementos Fendilhação Eflorescências Criptoflorescências Biodeterioração Deslocamentos Destacamentos Empolamentos Desagregação Reduzida durabilidade (caiações por exemplo) Alterações de aspeto Sujidade <p><u>Pavimentos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Deterioração da madeira Abaulamentos Deformações excessivas Fissuras Desgaste superficial Desagregação Fracturação Desprendimento de peças <p><u>Tetos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Anomalias típicas da madeira Deformações excessivas Fenómenos de retração Manchas Empolamentos 	<ul style="list-style-type: none"> Envelhecimento dos materiais Presença de água Retração das argamassas Rigidez elevada do ligante Dilatações e contrações higrotérmicas Ação do gelo-degelo Espessuras inadequadas Problemas no suporte Sais solúveis Falta de ventilação Falta de iluminação Falta de manutenção Falta de rugosidade do suporte Incompatibilidade de materiais Radiação solar Agentes xilófagos Fungos de podridão Elevado uso Agentes de limpeza Assentamento incorreto Expansibilidade dos materiais Vibrações Falta de aderência Exposição aos agentes climáticos Ventos Inexistência de telhas de ventilação

<ul style="list-style-type: none"> • Coberturas planas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lajedos de pedra ➤ Ladrilhos 	<ul style="list-style-type: none"> • Destacamentos • Alterações de cor • Fendilhações <p><u>Coberturas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebra de telhas ou elementos de revestimentos • Problemas de isolamento térmico • Fendilhação • Perda de estanquidade • Deterioração do sistema de impermeabilização • Deterioração da cobertura • Deterioração dos sistemas de drenagem • Deformações excessivas • Destacamento de peças 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de peças de remate • Remates mal executados • Falta de cuidados na aplicação de equipamentos • Problemas na estrutura • Atos de vandalismo
---	--	--

3.2. Estrangeiro

No que diz respeito a anomalias e típicas causas, sabe-se que estas variam de edifício para edifício, essencialmente pelos diferentes materiais utilizados na sua construção ou então pelos climas em que estão inseridos. Na presente secção pretende-se dar continuidade ao capítulo 2, referindo as principais anomalias e típicas causas dos edifícios tradicionais dos países do estrangeiro retratados anteriormente. No entanto, tendo em conta que existem muitas semelhanças, apenas serão tratadas e aprofundadas anomalias e típicas causas, que dos países estrangeiros, cujas técnicas de reabilitação e reforço são mais estudadas e evoluídas.

3.2.1. Alemanha (Nachwachsende, n.d.)

Para este país não se vai fazer referência às anomalias nas fundações pois os métodos construtivos, as anomalias e as formas de reabilitação e reforço destas são comuns ao descrito para as fundações dos edifícios tradicionais portugueses.

A forma mais típica de construção alemã é o sistema de enxaimel que, tal como nos outros métodos de construção com elementos de madeira, apresenta as maiores anomalias causadas pela presença de humidade. A humidade, como já foi descrito anteriormente, leva ao apodrecimento dos elementos de madeira e à sua degradação através dos ataques de agentes xilófagos. Esta pode atingir os elementos de madeira através de fissuras nos revestimentos, do destacamento de rebocos ou de degradações de materiais. Estas anomalias podem ser provocadas pelos agentes atmosféricos, por assentamentos do terreno, pela má execução dos rebocos ou das estruturas, entre outros motivos. Para além disto, também pode surgir a partir de problemas nas coberturas que serão referidos em seguida. No entanto, outra preocupação bastante importante neste país, considerada como uma anomalia típica devido ao clima de inverno, é a falta de isolamento térmico das paredes estruturais de enxaimel, uma vez que paredes bastante finas quando comparadas, por exemplo, com a espessura das paredes de alvenaria de pedra.

Nas paredes interiores as anomalias mais comuns são o aparecimento de fungos e bolores devido a condensações ou o destacamento do gesso e das pinturas. Outro problema bastante comum é a corrosão das peças metálicas usadas nas ligações das paredes e coberturas que, para além de levarem ao aparecimento de manchas de ferrugem, trazem problemas na resistência dos elementos em conjunto.

As coberturas dos edifícios tradicionais deste país apresentam, normalmente, um subdimensionamento que acontece especialmente nas zonas onde existe queda de neve. Estes problemas no dimensionamento podem levar ao aparecimento de deformações dos elementos estruturais da cobertura e, por sua vez, acabam por gerar zonas onde o revestimento já não é impermeável devido essencialmente a deslocamentos ou a quebras destes elementos. Como é lógico, a entrada de água na estrutura de madeira vai levar, mais uma vez, ao aparecimento das anomalias típicas deste material quando exposto à humidade. Para além disto, o clima no inverno acaba por ser bastante sombrio e em conjunto com a falta de manutenção é bastante comum o aparecimento de musgos e plantas nos revestimentos das coberturas que originam a sua degradação e falta de impermeabilização. Na figura 68 estão representados exemplos anomalias típicas de revestimentos de edifícios tradicionais alemães.



Figura 68- Exemplos de degradação dos revestimentos das paredes e coberturas de edifícios tradicionais alemães (Nachwachsende, n.d.)

3.2.2. Itália

Na Itália, as fundações em estacas tratam-se de um elemento construtivo bastante estudado e usual na zona do mediterrâneo, mais concretamente Veneza. Apresenta como principal anomalia a deterioração dos elementos de estacaria de madeira devido, essencialmente, às variações dos níveis das marés. Com isto e com as características do solo é comum a existência de edifícios inclinados devido a movimentos nas fundações.

Para além disto, tratam-se de construções muito próximas umas das outras, com canais entre elas, logo a humidade é, geralmente, a maior causa para as anomalias nestes edifícios. É normal acontecerem desprendimentos de material (figura 69), quer do revestimento, quer da própria estrutura das paredes, o apodrecimento e aparecimento de agentes xilófagos nos elementos de madeira, e ainda as eflorescências, que são uma anomalia bastante comum nas paredes destes edificadoss.



Figura 69 - Exemplo de degradação dos materiais causado pelas águas (Russo, 2006)

Quanto a fundações diretas, as anomalias mais frequentes são as mesmas referidas anteriormente para as fundações deste tipo em edifícios tradicionais portugueses. A ascensão de humidade por capilaridade é uma das anomalias mais preocupantes (Integrata, Beni, & Ambientali, 2005). A maior parte das anomalias são causadas pelo envelhecimento dos materiais, por deslizamentos de terra, por terremotos, por variações dos níveis freáticos, por escavações próximas ou por vibrações (Sicurezza, Edifici, Monumentali, Geotecnica, & Vannucchi, 2007).

De uma forma geral, nas paredes e pavimentos, os maiores problemas estão nas ligações pavimentos-paredes ou entre paredes perpendiculares. Os pontos singulares são outra zona que necessita de especial atenção. No entanto, quando se tratam de pavimentos revestidos com argamassas especiais, é bastante comum o aparecimento de fissuras no revestimento causado normalmente por deformações da estrutura de madeira ou por movimentos na estrutura geral do edificado.

As coberturas apresentam como principais anomalias a destruição dos elementos estruturais de madeira por presença de agentes xilófagos, como se pode ver na figura 70, pelas causas referidas para Portugal.



Figura 70 - Exemplo de degradação dos elementos de madeira das coberturas (Mater et al., 2009)

Quanto ao revestimento das coberturas, é comum a falta de manutenção que gera problemas de infiltrações. A falta de ventilação, a quebra de telhas e o aparecimento de musgos e líquenes são das anomalias que mais estão presentes neste elemento construtivo.

3.2.3. França

A França, como já foi referido anteriormente, apresenta uma imensidão de técnicas construtivas. No entanto, as anomalias presentes nestes edifícios tradicionais não diferem muito do que foi descrito para Portugal e para a Alemanha, nos casos de edifícios construídos com o sistema de enxaimel. Desta forma, serão apenas descritas algumas anomalias mais usuais.

Nas fundações, a ascensão de água por capilaridade é uma das anomalias mais comuns nos edifícios tradicionais franceses. Por outro lado, nas zonas com invernos rigorosos tem-se um problema de desagregação ou mesmo deterioração dos materiais, principalmente da pedra, causadas pelas ações do gelo-degelo. Os elementos de madeira, como sempre, apresentam o grave problema do aparecimento de agentes xilófagos que mudam bastante a resistência destes elementos construtivos e, por sua vez, acabam por gerar outras anomalias.

As fissurações, o esmagamento de materiais em pontos singulares ou em zonas de carregamentos indevidos são outras anomalias bastante presentes nestes edifícios. Para além destas, ainda se podem referir as deficiências nas ligações.

No entanto, ao contrário do que acontece em Portugal, a falta de isolamento térmico é considerada uma anomalia bastante importante principalmente nas zonas do país que descem a temperaturas negativas.

Por fim, pode fazer-se referência às coberturas, cujo uso das chapas de zinco como revestimento, principalmente na zona de Paris, tornou-se bastante comum. No entanto, podem apresentar problemas na impermeabilização nos pontos singulares, como por exemplo nos remates das chaminés. Para além disso, as ligações destas à estrutura de madeira não são as melhores, podendo desta forma levar a problemas de infiltrações ou de oxidação (figura 71). A falta de manutenção neste tipo de coberturas é outro problema que gera acumulação de restos vegetais e detritos nas zonas de escoamentos, que por sua vez podem conduzir a infiltrações (Vi, n.d.).



Figura 71 – Exemplo de problemas de oxidação nos telhados de zinco (Parent, 2010)

No que diz respeito a anomalias neste país, não foram muito aprofundadas devido ao facto das referidas anteriormente para Portugal também acontecem nos edifícios tradicionais franceses. É normal e de esperar uma vez que as formas construtivas e materiais são comuns nos dois países.

3.2.4. Espanha

A Espanha, por ser um país que faz fronteira com Portugal, para além de apresentar métodos de construção de edifícios idênticos aos utilizados nos edifícios tradicionais portugueses, ainda apresenta uma semelhança muito forte nos materiais utilizados.

Então, sabendo que as anomalias que aparecem neste tipo de edifícios dependem essencialmente dos métodos construtivos, dos materiais utilizados e do clima, estas vão ser comuns às descritas anteriormente para o país fronteiriço.

3.2.5. Luxemburgo

O Luxemburgo é um país com invernos bastante rigorosos, normalmente com queda de neve. Desta forma, as anomalias mais frequentes nos edifícios tradicionais deste país são a desagregação e fissuração das paredes estruturais causadas por movimentos dos materiais através da ação do gelo-degelo. Apresenta ainda as mesmas anomalias que os edifícios tradicionais portugueses para edifícios construídos em alvenaria de pedra e pavimentos de madeira.

No entanto, as coberturas são geralmente o elemento construtivo em pior estado, devido normalmente a um subdimensionamento, tal como acontece na Alemanha. Para além disso, trata-se de um país sombrio que torna o aparecimento de musgos e de plantas nos telhados bastante frequente. Para agravar a situação a manutenção dos telhados não é devidamente feita. Com as ações gelo-degelo também acontece muito o deslocamento de telhas que por sua vez vai dar origem a infiltrações.

3.2.6. Colômbia (A. C. De et al., n.d.)

Na Colômbia, as construções são normalmente realizadas em taipa ou adobe. Desta forma, as anomalias descritas anteriormente para estes métodos construtivos mantêm-se. No entanto, vão descrever-se as anomalias mais comuns na presença de sismos que se tornam interessantes de compreender para se conseguir prevenir em Portugal.

É importante referir que nos edifícios tradicionais colombianos pode acontecer a inexistência de fundações. Esta inexistência pode dar origem a outros tipos de anomalias que não serão referidas neste trabalho uma vez que, nos edifícios tradicionais portugueses, não se trata de um modo de construção é comum.

Quanto à presença de sismos, o mais comum de acontecer é a queda de paredes para fora do plano, devido à falta de ligações entre paredes; a destruição ou esmagamento de paredes causados por esforços centrados e, por fim, a queda de pavimentos ou de coberturas devido a incorretas ligações entre estes elementos e as paredes. Na figura 72 estão representados alguns exemplos de anomalias típicas de edifícios tradicionais colombianos expostos a sismos.

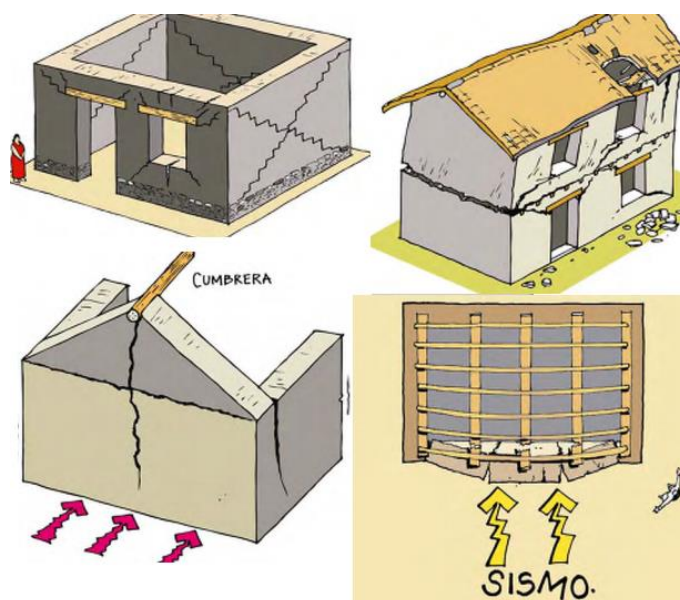


Figura 72 - Exemplos de anomalias causadas pela ação sísmica (A. C. De et al., n.d.)

3.3. Semelhanças e diferenças

Nesta secção é difícil encontrar-se diferenças no que diz respeito a anomalias, uma vez que os edifícios tradicionais, quer em Portugal, quer no estrangeiro, são construídos com materiais naturais, dessa forma, as suas características não variam muito.

A semelhança mais relevante é a reação dos edifícios à humidade e trata-se da maior causa para as anomalias que aparecem neste tipo de edifícios. Desde as fundações às coberturas, a presença de humidade consegue alterar as características de resistência e de aspeto dos diferentes edifícios. Outra causa implícita para o aparecimento de anomalias é o envelhecimento dos materiais, comum em qualquer país. Quando existem construções com elementos de madeira, é normal para os diferentes países a degradação através de agentes xilófagos, de fungos de podridão ou de insetos.

No entanto, uma diferença que se pode encontrar nos países como a Alemanha e Luxemburgo, é a degradação das coberturas. Estas apresentam-se normalmente em pior estado causado por erros de dimensionamento que acontecem especialmente pela existência de queda de neve nestes países que ao contrário de Portugal só acontece em algumas zonas. Para além disto, a existência de sol é mais comum na Península Ibérica e em Itália quando comparada com esses países o que reduz um pouco as anomalias associadas à humidade. A ação gelo-degelo acaba por ser também mais forte nestes países, logo as anomalias associadas também são mais graves.

Outra diferença trata-se da disposição a atividades sísmicas dos edifícios tradicionais colombianos quando comparados com os portugueses.

As eflorescências em Veneza são geralmente mais graves devido à exposição dos edifícios aos canais, que ao contrário dos de Aveiro, apresentam muito menos espaço entre construções, logo existe pouca ventilação e por sua vez diminui-se a salubridade dos edifícios.

Pode ainda fazer-se referência à corrosão dos telhados de zinco usados em França, que se torna diferente de Portugal porque não é uma técnica tão utilizada.

De resto a desagregação de materiais, o desprendimento de rebocos, a rotura de peças, os problemas de assentamentos, as fissurações, as deformações excessivas, a perda de resistência, os problemas de projeto e de construção e todas as anomalias referidas nas tabelas de anomalias e típicas causas são comuns quer para o estrangeiro, quer para os edifícios tradicionais portugueses, podendo apenas mudar a intensidade com que aparecem.

CAPÍTULO 4

Técnicas de reabilitação e reforço

Desde há vários séculos que são conhecidas práticas e cuidados na conservação do património arquitetónico, sendo a proteção e salvaguarda de monumentos a maior tendência. No entanto, nos dias de hoje os tempos mudaram e na maior parte dos países é reconhecida a reabilitação urbana em todas as suas dimensões: social, cultural, arquitetónica, económica e ambiental (Doutora & Clara, 2009).

De uma forma geral, a reabilitação de edifícios antigos trata-se de um conjunto de operações destinadas a aumentar os níveis de qualidade dos mesmos, de maneira a se atingirem níveis de exigência mais severos que os originais (Jo & Disserta, 2010).

A intervenção num edifício pode ser, simplesmente, uma operação de manutenção que se trata de um conjunto de operações preventivas. Exemplos de manutenção podem ser a reparação e limpeza da rede de drenagem, a reparação rebocos, a pintura de fachadas, entre outros, que têm como objetivo manter a edificação em bom funcionamento. São de grande importância este tipo de intervenções uma vez que previnem imensas anomalias, não causam grandes transtornos aos utilizadores do edifício e por conseguinte torna-se num ganho económico a longo prazo. Este é um tipo de reabilitação ligeira que mantém intocáveis a estrutura e a organização espacial do edifício. Existem também intervenções um pouco mais profundas que incluem a melhoria das características dos elementos, o chamado reforço que pode ser localizado ou global. Pode ser necessário o reforço das fundações, da estrutura, do isolamento térmico e acústico ou a melhoria de aspetos relacionados com a segurança ao fogo. Neste tipo de intervenções, de uma forma geral, os utilizadores já são afetados com o decorrer das obras. Tem-se ainda outra forma de reabilitação nos edifícios, a reabilitação profunda, que é utilizada quando os edifícios apresentam um grau de deterioração bastante elevado e estão incluídos o reforço, a consolidação ou mesmo a substituição de elementos afetados (Jo & Disserta, 2010).

A decisão de intervenção num edifício necessita de passar por uma avaliação rigorosa do seu estado de degradação e, num projeto de reabilitação, é de grande importância reconhecerem-se as técnicas de construção usadas no edifício a intervencionar e conhecer o edifício para se compreender a sua origem, as alterações que sofreu com o passar dos anos e as utilizações anteriores. Ao fazer-se uma

identificação de um edifício deste tipo é necessário um levantamento geométrico, fotográfico e das patologias visíveis. Em seguida, deve fazer-se uma inspeção das zonas mais problemáticas. Para além disto, é sempre bom conhecer a vizinhança e fazer uma investigação histórica para completar o projeto. Uma intervenção pode realizar-se a vários níveis, como já foi referido anteriormente, consoante os pressupostos que a impõem e condicionam, e tem como principal objetivo repor ou melhorar a segurança estrutural de um edifício respeitando a sua identidade cultural e o seu valor histórico (Raquel & Roseiro, 2012).

Então, neste capítulo pretende-se descrever técnicas de reabilitação e reforço que resolvam as anomalias descritas no capítulo 3, quer para Portugal, como para o estrangeiro.

4.1. Portugal

Portugal, comparado com a uma boa parte dos países europeus ainda está atrasado no sentido da reabilitação de edifícios mas apresenta uma elevada tendência de mudança deste facto. Após a segunda Guerra Mundial, grande parte dos países europeus registaram elevados ritmos de crescimento económico e demográfico e consequentemente, de urbanização, que levou à criação de leis e normas para controlo do processo de desenvolvimento. Pelo contrário, Portugal, para além de não ter sentido com grande intensidade a segunda Guerra Mundial o processo de industrialização também foi tardio. Desta forma, a tendência para procurar nos modelos internacionais os instrumentos e técnicas supostamente ideais à resolução dos problemas dos edifícios portugueses é normalmente solução. Assim, é normal não existir uma investigação maior no sentido da reabilitação e reforço (Doutora & Clara, 2009).

Nos edifícios tradicionais portugueses, as intervenções de reforço e profundas apresentam muitas vezes dificuldades. A falta de informação relativa ao projeto (porque nunca existiu, porque está desatualizada ou porque não foi seguida) e a exploração dos edifícios ao longo do tempo, a ausência de documentação e regulamentação sobre o reforço de estruturas, a difícil análise estrutural e avaliação de segurança, e ainda o facto das obras deste tipo serem todas distintas, com as suas próprias especificidades, sendo difícil encontrarem-se situações semelhantes, são exemplos de dificuldades de intervenção (Jo & Disserta, 2010).

Para a elaboração de um projeto de reabilitação é necessária a realização de estudos de diagnóstico que serão referidos à frente para cada elemento construtivo, cujas suas conclusões são importantíssimas e já devem apontar soluções tecnológicas de intervenção nos edifícios. Essas

soluções serão consideradas e ponderadas de maneira a serem um ponto de partida essencial para a realização do projeto. Os projetistas devem ainda ter em conta a um conjunto de condicionamentos que afetam os edifícios tradicionais e que tornam esta área de intervenção complexa mas ao mesmo tempo muito atraente. Exemplos de condicionamentos podem ser: o facto de se estar a trabalhar com edifícios existentes para os quais são necessários respeito, compreensão, delicadeza, precaução e cuidados adicionais pelas edificações envelhecidas; os quadros patológicos variadíssimos; a compatibilidade dos materiais; a reversibilidade, uma vez que é necessário voltar às técnicas antigas; a organização do estaleiro e da planificação de obras quando estas se situam em centros urbanos onde se torna difícil o acesso de materiais e de equipamentos e o seu armazenamento e movimentação que tornam mais elevados os custos de construção (Appleton,2011).

É importante, tal como fazem noutros países europeus, investir-se em empresas especializadas nos trabalhos de reabilitação que disponham de mão de obra especializada em diferentes áreas, de equipamentos modernos e sofisticados adaptados aos edifícios tradicionais e de um corpo técnico com formação especializada neste tipo de obras.

4.1.1. Fundações

Para as fundações serem identificadas com clareza, quer o seu estado de conservação quer as anomalias presentes, precisam da realização de trabalhos de prospeção, normalmente complexos devido à própria natureza destes elementos construtivos que habitualmente não se encontram acessíveis a observações diretas.

Neste tipo de prospeções deve ser permitida a identificação das camadas de solo atravessadas pelas fundações e de camadas mais profundas quando forem necessários reforços que obriguem a mobilização de estratos profundos de solo. Para além disto são precisas informações acerca da natureza das fundações, da sua localização ao longo do edifício, profundidades atingidas, largura, estado de conservação e de um registro das desagregações, das perdas de secção e fissuras. Para se obter este tipo de informações pode fazer-se uma pesquisa histórica que poderá dar acesso a esclarecimentos sobre a evolução da topografia do terreno ou permitir a identificação da execução de aterros. Para se complementarem estas informações devem então ser feitas campanhas de prospeção como a realização de poços de prospeção que se abrem normalmente junto às paredes mais importantes, junto às fundações que se presumem mais relevantes, ou quando existem zonas de

assentamentos. Estes poços normalmente apresentam uma profundidade tal, que permita ver-se a base da fundação (Appleton,2011).

Com isto, pode identificar-se o terreno e as características das fundações. Os poços podem servir também para ensaios de penetração ou outros processos que permitam conhecer a resistência do solo nas camadas mais profundas e para se fazerem sondagens que atravessem a fundação de modo a se conhecerem as características mecânicas dos materiais constituintes deste elemento construtivo.

Através destes trabalhos é normalmente possível desenhar as plantas de fundações, cortes geológicos com a identificação das camadas do terreno e cotas das fundações apesar de em muitos casos as fundações serem constituídas por materiais pouco agregados que inviabilizam a recolha de amostras representativas (Appleton,2011).

As intervenções de reforço em fundações apresentam como objetivo principal o aumento da capacidade de carga e resistente das fundações de uma determinada estrutura. Torna-se então necessária a consolidação e reforço das fundações dos edifícios tradicionais quando estas apresentam as anomalias referidas no capítulo anterior, quando acontecem alterações na fonteira ou vizinhança do edifício ou do terreno de fundação, quando está prevista uma ampliação em altura ou subdivisões dos edifícios que aumentem esforços nas fundações ou quando estão previstas mudanças nos tipos de uso da edificação ou parte ela (Tavares, 2011).

Quando se trata da reabilitação deste elemento construtivo, pode atuar-se normalmente de três maneiras diferentes: sobre o terreno de fundação, através da melhoria das suas características consegue-se aumentar a capacidade resistente e de deformação do solo eliminando assim os assentamentos; sobre as fundações, ao melhorarem-se as suas características de resistência, ao reduzirem-se as pressões transmitidas ao solo através do alargamento da fundação ou ao procurar-se camadas mais profundas do terreno, usando normalmente o recalçamento; e sobre o edifício em si, através da redução ou transferência de cargas.

4.1.1.1. Intervenções sobre o solo de fundação

No que diz respeito a soluções de reabilitação cujas intervenções atuam sobre o solo de fundação, o engenheiro normalmente necessita sempre da ajuda de especialistas com experiência em geotecnia e de geólogos, uma vez que estes apresentam conhecimentos acerca das características dos terrenos e podem ajudar compreender os resultados da intervenção. Existem vários métodos de melhoramento

da compacidade ou de resistência dos solos, mas, em geral só aqueles que não exigem pés direitos muito elevados ou induzam vibrações excessivas é que são passíveis de ser aplicados em trabalhos de reabilitação e reforço (Segurança & João, 2010).

A injeção no terreno de caldas de cimento ou de materiais poliméricos expansivos é uma das técnicas mais usadas para o reforço do terreno e serve para melhorar as características do solo bem como para a impermeabilização do terreno. Podem ser usadas injeções de compactação, que consistem no bombeamento em fases sucessivas de uma calda viscosa, que vai formar bolbos que deslocam e densificam o solo envolvente, como está representado na figura 73. Outro tipo de injeção é a técnica do *jet-grouting* (figura 74) que ao contrário das injeções tradicionais aplica-se a todos os tipos de solos e melhora diretamente o interior dos terrenos. As injeções são feitas através do uso de um ou mais jatos horizontais de grande velocidade, que degradam o terreno natural ao qual é junta uma calda de cimento. Desta maneira é formada uma mistura com melhores características mecânicas e praticamente impermeável (Civil, 2012a).

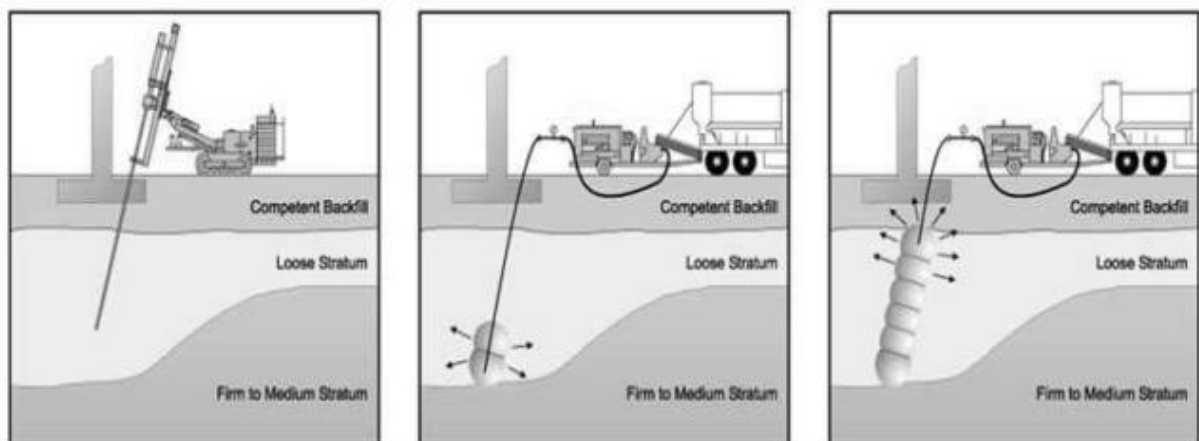


Figura 73 - Esquema representativo do sistema de injeções de compactação do solo (Civil, 2012a)

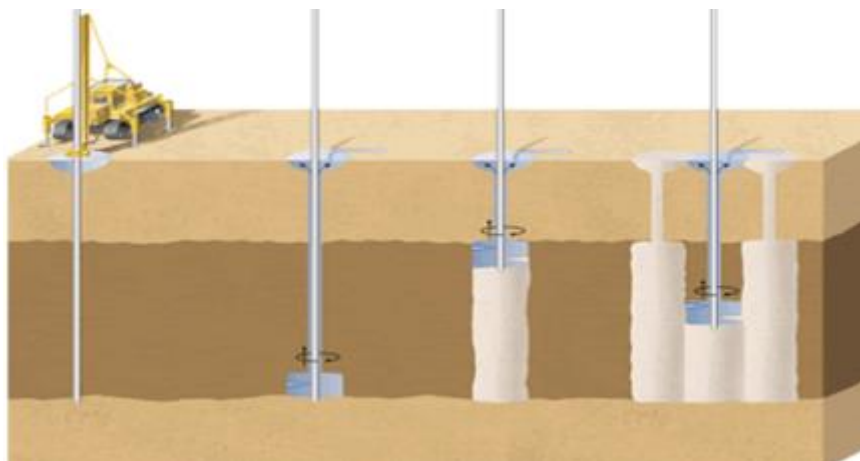


Figura 74- Esquema representativo do sistema de *Jet-Grouting* (Civil, 2012a)

Por outro lado, para se evitar a presença de água em excesso pode ser feita também uma drenagem do terreno através de drenos e filtros, cuja técnica pode apresentar problemas como por exemplo o assentamento do terreno devido ao abaixamento do nível freático (Appleton, 2011). No entanto podem ser utilizadas ainda colunas de brita, que para além de ajudarem na drenagem do terreno, reduzem o assentamento das fundações, aumentam a capacidade de carga do solo, aceleram a consolidação do terreno e ainda reduzem o risco de liquefação (Civil, 2012a).

Por fim, em casos mais raros, normalmente em zonas de aterros ou formações pouco recentes e bastante deformáveis, pode ser feita a substituição do terreno em camadas de espessura reduzida por betão pobre. Neste caso não se usa substituir o terreno por outro tipo de solo mais resistente uma vez que seria difícil fazer-se a compactação do novo solo.

4.1.1.2. Intervenções sobre a fundação

Consolidação do material de fundação (Injeções de caldas)

Como já foi referido anteriormente no capítulo das anomalias e típicas causas, nas **fundações de alvenaria** é normal encontrar-se materiais desagregados devido à percolação das águas subterrâneas, ao derrame de esgotos domésticos, à má escolha dos materiais ou das técnicas utilizadas ou a assentamentos diferenciais. Com isto, pode ser justificada a necessidade de se melhorarem as características dos materiais constituintes das fundações que pode ser solucionada através da injeção

de caldas de cimento ou de resinas, de maneira a serem tapados os vazios existentes melhorando dessa forma as características físicas e mecânicas das alvenarias das fundações (Reabilita & Funda, 2014). Os materiais utilizados nas injeções são, normalmente, caldas de cimento estabilizadas com betonite ou cal, caldas de cimento especiais, caldas de silicatos de potássio ou sódio. Existe também, em alguns casos, o uso de resinas epoxídicas que apresentam características muito boas. No entanto, apresentam um elevado custo e no caso de não se colocarem grandes exigências de resistência mecânica o recurso a resinas de poliéster também tem sido bastante comum. As injeções de reabilitação deste elemento devem ser feitas por gravidade ou a baixas pressões, entre os 0,1MPa e os 0,2MPa de maneira a não se danificarem as alvenarias (Civil, 2012b).

Esta solução apresenta como principal vantagem o facto deste ser um processo relativamente rápido quando comparado com outros métodos de reforço e, para além disto, é dispensada a necessidade de escavações. Por outro lado, tem-se a desvantagem do resultado obtido ser incerto, causado pela liberdade de movimentos que o material de consolidação possui durante o processo de injeção uma vez que este pode ter a tendência de se deslocar para locais de pouca pressão, originando assim uma distribuição heterogénea. Para se contrariar esta possível distribuição heterogénea, pode fazer-se uma estrutura de contenção no local de injeção, através de chapas metálicas cravadas ou de muretes de betão pré-fabricados ou realizados no local (nos casos do uso de muretes de betão são necessárias escavações que tornarão os trabalhos de reforço mais dispendiosos) (Reabilita & Funda, 2014). Na figura 75 está representado um esquema de consolidação através da injeção simples, com chapas metálicas e com muretes de betão.

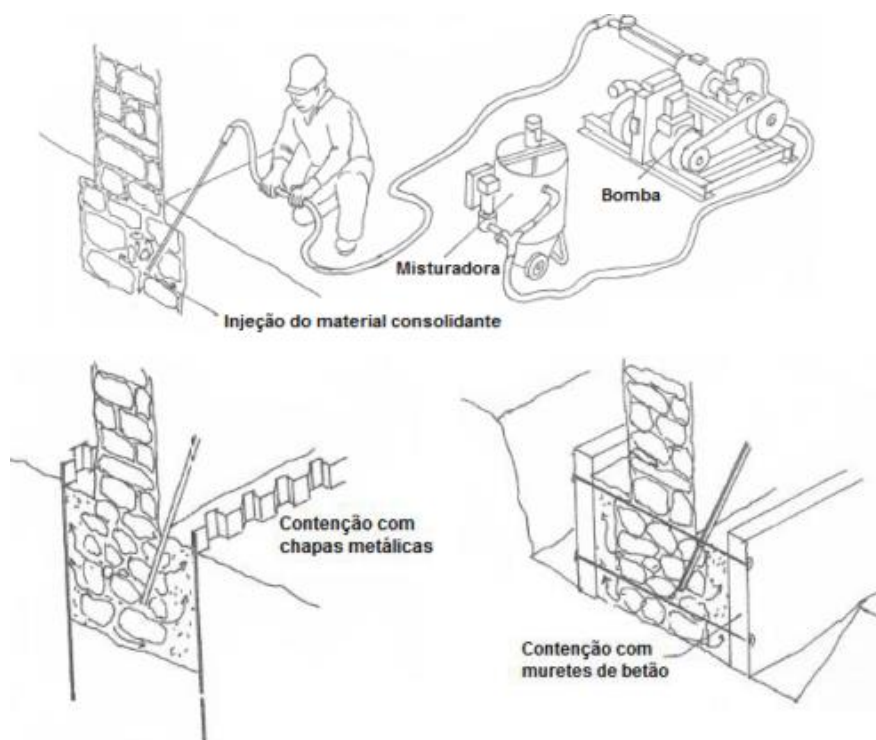


Figura 75 – Esquema de consolidação de fundações através de injeção (Reabilita & Funda, 2014)

Estes trabalhos de consolidação normalmente transformam as alvenarias degradadas em alvenarias integras de boa qualidade, podendo obter-se resistências à compressão dez vezes superiores à das alvenarias degradadas. Esta torna-se, desta forma, numa solução de máximo interesse devido à generalidade de situações em que pode ser utilizada, uma vez que é aplicável a todo o tipo de alvenarias (Appleton, 2011).

Alargamento das fundações sem recalçamento

O alargamento das fundações consiste no aumento da área de contacto da fundação com o terreno e torna-se numa solução interessante quando a capacidade de carga do terreno de fundação é suficiente e se pretende corrigir uma deficiente execução das fundações, quer em projeto como em obra e quando existem aumentos de cargas transmitidas ao terreno que podem por em causa a segurança da estrutura. A insuficiência da largura da base de fundação é um problema, então sabendo que a tensão é o quociente entre a carga aplicada e a área, com o alargamento da área de contacto entre a fundação e o terreno, obtém-se a diminuição da tensão transmitida ao solo.

Esta solução sem se utilizar o recalçamento é aplicável em fundações superficiais e torna-se importante na medida em que o recalce deste elemento pode apresentar problemas para alguns tipos de solo. Tem-se então o método de confinamento lateral das fundações, que apresenta especial interesse quando não existe insuficiência das fundações para cargas permanentes. Este trata-se apenas de um alargamento lateral com pregagem, como se pode ver na figura 76, que tem como objetivo reforçar a ligação entre a alvenaria antiga e o betão novo, passando este reforço a suportar as sobrecargas de utilização do edifício que atuam na parede após remoção de eventuais escoramentos (Appleton,2011).

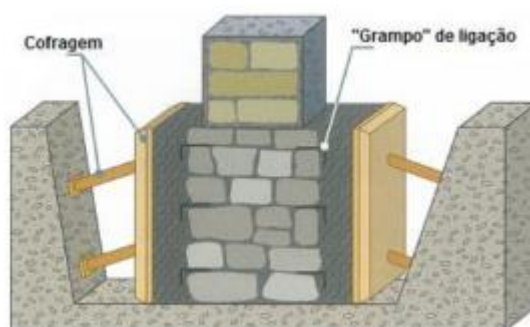


Figura 76 - Representação esquemática do confinamento lateral de fundações (LIVRO)

Por outro lado, para que a fundação realize uma correta repartição de tensões de contacto com o solo pode ser feito o alargamento aliviando as cargas transmitidas à fundação através de macacos hidráulicos ou escoramentos antes da execução do reforço, de maneira a que após a retirada da suspensão, a carga se distribua quase uniformemente aproveitando melhor o alargamento da sapata como está representado na figura 77. (Segurança & João, 2010).

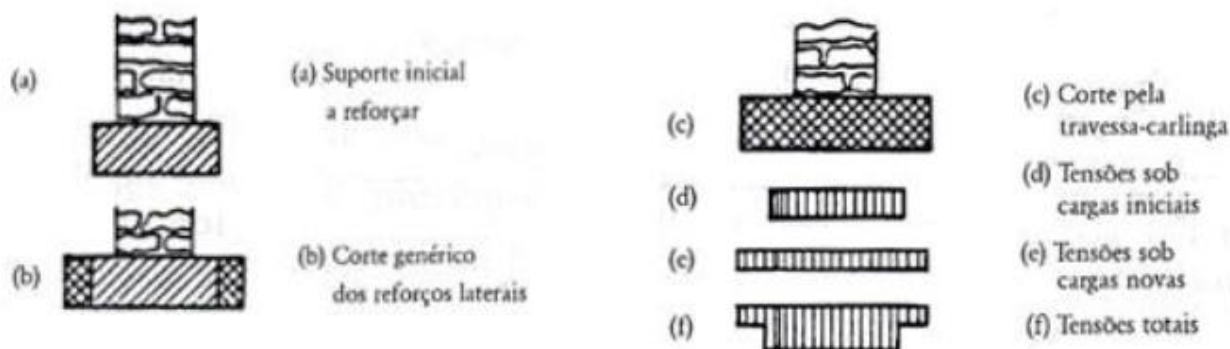


Figura 77 – Representação esquemática do alargamento de fundações contínuas e dos seus diagramas de tensões (Segurança & João, 2010)

A execução deste tipo de reforço para sapatas contínuas é feita por troços sucessivamente escavados e betonados com betão armado ou simples, normalmente ligado à fundação existente com a ajuda de varões de aço ou através de uma cintagem de betão armado como está representado nos esquema da figura 78 (Reabilita & Funda, 2014).

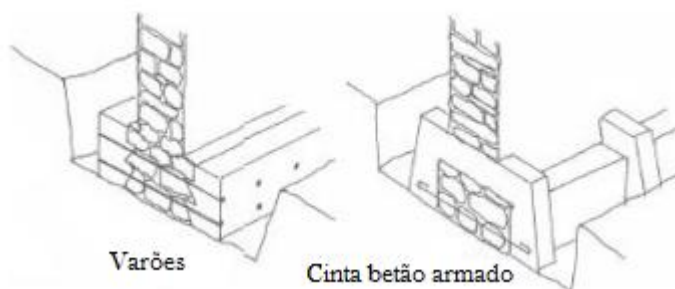


Figura 78 – Esquema representativo do reforço de fundações por troços (Reabilita & Funda, 2014)

Esta técnica pode apresentar diversas geometrias, como se pode ver na figura 79, mas necessita de medidas exigentes de execução de maneira a que exista uma correta ligação entre a fundação e os novos elementos e que esteja assegurada a estabilidade das estruturas. É importante ainda se referir que o reforço deste tipo de fundações pode ser feito dos dois lados ou apenas de um lado quando acontece, por exemplo, a existência de uma propriedade vizinha contígua.

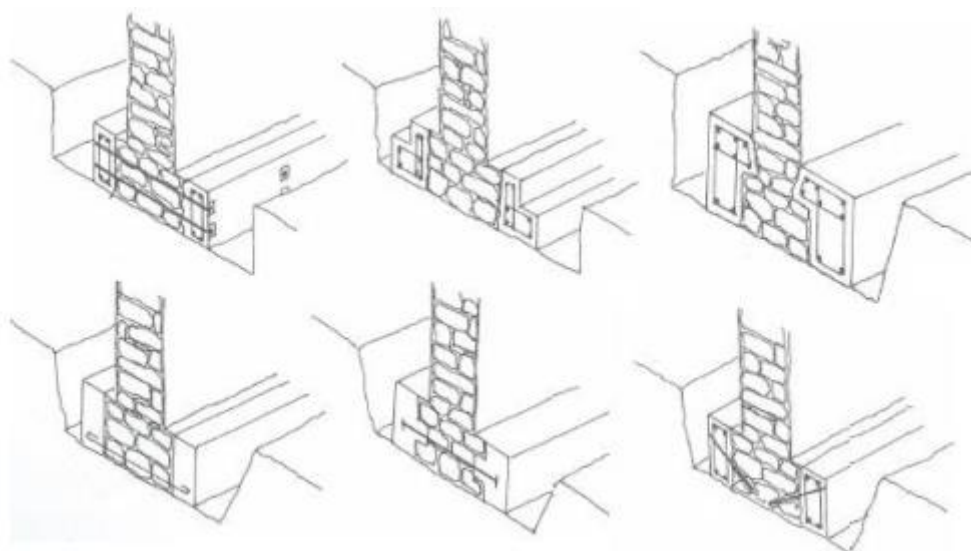


Figura 79 - Representação esquemática de algumas geometrias possíveis de alargamento de fundações (Reabilita & Funda, 2014)

Para além disto, esta técnica de alargamento pode ainda ser conjugada com um reforço da fundação que obriga o atravessamento da mesma ou da parede que suporta, para o qual são utilizadas vigas transversais pré-fabricadas (carlingas) que se apoiam num alargamento executado por vigas longitudinais (longarinas) ligadas através de resinas ou cabos de pré-esforço como se pode ver na figura 80. O espaçamento das carlingas é de poucos metros e depende essencialmente do tipo de material de fundação, da sua altura e da altura da parede acima da fundação e respetivas ligações (Reabilita & Funda, 2014).

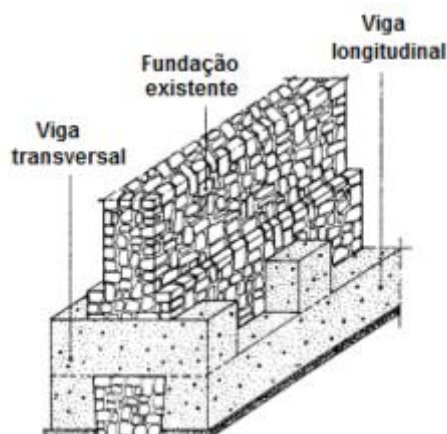


Figura 80 - Esquema representativo de alargamento com reforço transversal (Reabilita & Funda, 2014)

Para estas soluções, é necessário ter-se em atenção a avaliação das cargas e sobrecargas totais na fundação; a determinação da pressão de compressão no solo, para as cargas permanentes, considerando a largura da base de fundação; a determinação da pressão no solo, para as sobrecargas, considerando a largura total da fundação, após o reforço; a sobreposição dos estados de tensões calculados anteriormente de maneira a ser verificada a segurança do solo em relação à rotura e por fim a verificação da segurança das superfícies de contacto entre a alvenaria antiga e o betão novo, considerando como tensão de corte a da alvenaria, na ordem dos 0,1MPa, e entrando em conta com a resistência ao corte dos ligadores, quando estes existem. No entanto, existe ainda desconhecimento acerca do comportamento deste tipo de ligações, pelo que um critério prudente é minimizar a sua capacidade resistente, considerando, para efeitos de dimensionamento, apenas metade do valor teórico (Appleton,2011).

No caso das **sapatas isoladas** é possível fazer-se o reforço através do seu alargamento, recorrendo a uma camada exterior de betão armado em toda a sua volta, tirando partido do efeito de retração do betão que realiza o aperto do betão novo contra a fundação intervencionada e recorrendo também a uma amadura de cintagem que contorne e por vezes atravesse a sapata, como está representado na figura 81. A zona envolvente do pilar deve ter uma altura tal, que evite tensões excessivas no material do pilar (Reabilita & Funda, 2014).

Para além disto, pode fazer-se a suspensão inicial da sapata antes de ser reforçada pelas mesmas razões referidas anteriormente, mas este caso é mais aplicável para fundações em betão armado visto que o escoramento deste tipo de fundação é visivelmente mais complexo (Segurança & João, 2010).

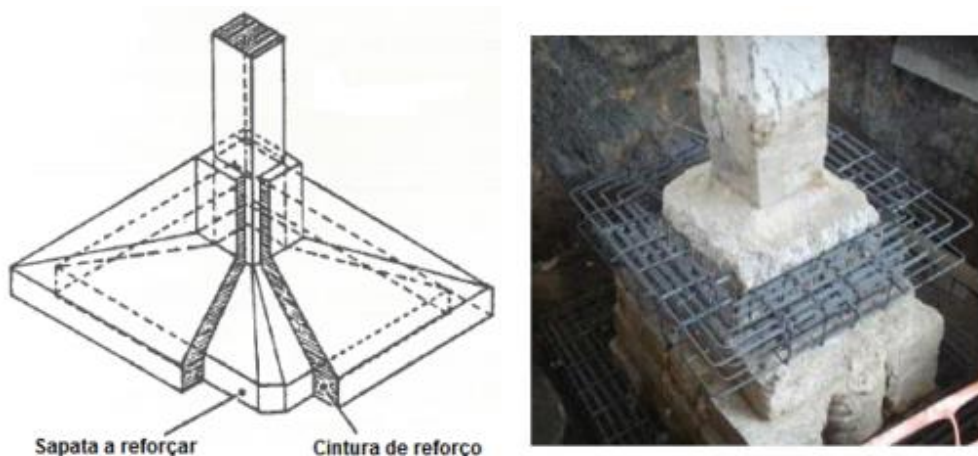


Figura 81 – Exemplo de alargamento de sapatas isoladas (Reabilita & Funda, 2014)

Recalçamento

Nos casos de fundações diretas, em que a camada superficial do solo de fundação se revela inadequada pode usar-se o método do recalçamento, que é uma solução bastante eficaz. Este método pode ser usado em sapatas isoladas ou fundações contínuas. É geralmente utilizado em elementos de alvenaria e trata-se de um procedimento de elevada complexidade, devido aos elevados pesos que os edifícios antigos mobilizam ao nível das fundações. Esta solução consiste essencialmente na substituição da camada de solo de fracas características, até se encontrar uma camada de solo com características mecânicas apropriadas, por betão simples ou armado. Então, o recalçamento pode ser uma solução de reforço superficial ou profunda dependendo da profundidade a que se encontra a camada de solo com competência suficiente. Os recalces superficiais podem ser executados com cofragem do elemento ou através da sua moldagem contra o terreno, já os recalces profundos são efetuados através de poços ou pegões, como está representado na figura 82. Devem ser limitados a terrenos acima do nível freático de maneira a se evitar o abaixamento desse nível e para além disto, devem ser tratados com especial atenção na medida em que se deve evitar a descompressão e perdas de terreno para não ocorrerem assentamentos.

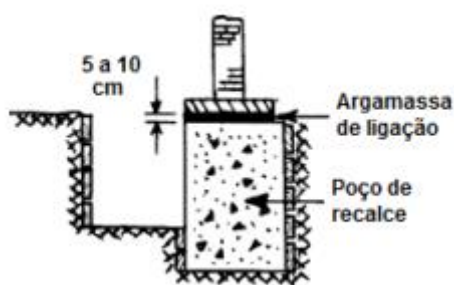


Figura 82 - Esquema representativo de recalce profundo (Reabilita & Funda, 2014)

Devido ao grau de complexidade e para serem menores os riscos associados desta técnica de reforço, este recalce deve ser realizado por troços, faseadamente, de ambos os lados da fundação em conjunto com um escoramento parcial do edifício de maneira a se aligeirarem os esforços ao nível das fundações como se pode ver na figura 83 (Segurança & João, 2010).

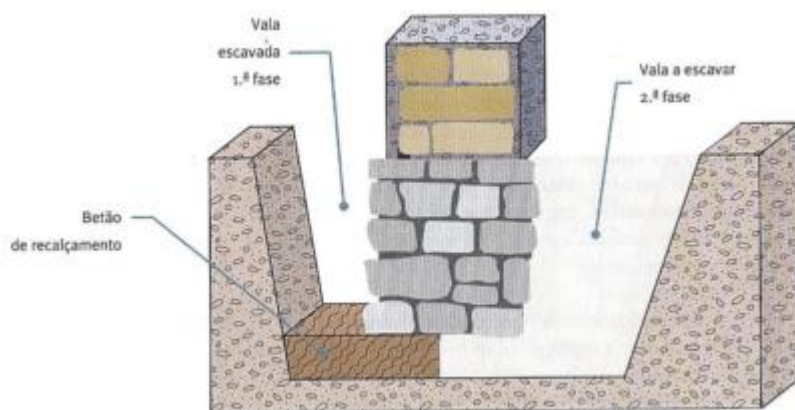


Figura 83 – Representação esquemática do recalçamento faseado de fundações (Segurança & João, 2010)

Nas soluções de alargamento de fundações com recalçamento, é necessário verificarem-se os seguintes aspetos: a determinação das cargas transmitidas à fundação; a avaliação da carga máxima que o terreno pode suportar; a determinação da área total final de contacto solo fundação, usando para tal as cargas máximas admissíveis; a determinação da altura mínima do enchimento do recalçamento. Ainda se deve ter especial cuidado nas ligações entre betão novo e alvenaria existente, fazendo uma verificação de segurança das superfícies de contacto e é também necessário garantir-se a mobilização total da fundação após o reforço, de maneira a existir um contacto efetivo entre a fundação existente e o recalçamento, após retirada dos escoramentos (Civil, 2012b).

Esta técnica necessita de um reconhecimento prévio e rigoroso das características do solo de fundação e das próprias alvenarias. É ainda importante referir-se a associação que existe entre a técnica de recalçamento e a técnica de alargamento que grande parte das vezes são usadas em conjunto, como se pode ver alguns exemplos na figura 84.

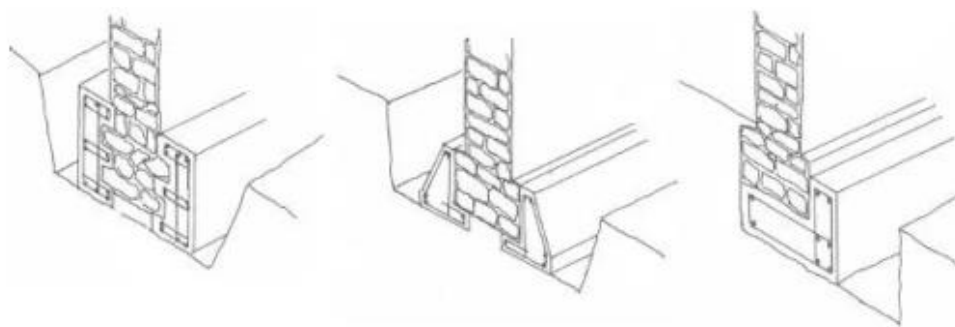


Figura 84 – Representação esquemática da junção entre as técnicas de alargamento e recalçamento (Reabilita & Funda, 2014)

Transferência de cargas para camadas profundas do terreno, com recalçamento (Soluções de estacas)

Esta é uma solução de reabilitação e reforço bastante interessante na medida em que se aplica a quase todo o tipo de fundações, apesar de não ser muito indicado no caso de fundações superficiais isoladas, uma vez que o recalçamento deste tipo de elemento é bem mais complexo do que no caso de fundações contínuas (não apresenta contraventamentos naturais ou o efeito de arco que faz com que se evitem excentricidades) (Segurança & João, 2010).

Nos casos em que se identifiquem elevadas carências no terreno de fundações ou em que a viabilidade do reforço superficial é reduzida, torna-se possível assegurar a colaboração das camadas profundas do terreno identificadas nas campanhas de prospeção geotécnica, que apresentem melhores características de resistência e deformabilidade. Para o efeito são usadas estacas metálicas, de madeira ou de betão armado, cravadas ou moldadas no solo, normalmente conjugadas com vigas transversais metálicas ou de betão armado colocadas sob a fundação que funcionam como recalce, como está representado figura 85. Assim têm-se que as vigas transversais que atravessam a fundação pontualmente e que ao mesmo servem de travamento e encabeçamento das estacas.

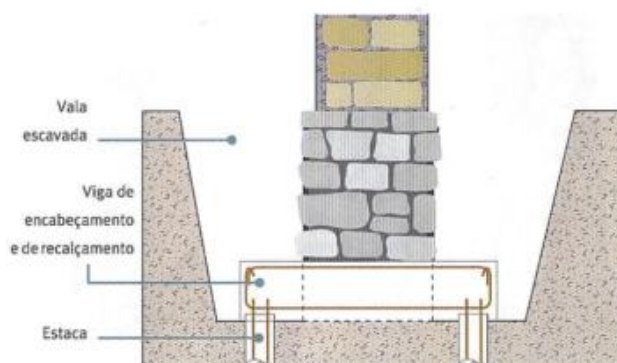


Figura 85 – Representação esquemática da solução de reforço de fundações através de estacas (LIVRO)

Nesta técnica de reforço devem ser utilizadas soluções que não impliquem grandes vibrações no solo nem na estrutura uma vez que se tratam de edifícios antigos que normalmente já se encontram degradados. Então, as estacas moldadas de betão ou as estacas de aço colocadas em furações previamente moldadas são as mais usadas.

O recalçamento neste tipo de intervenção pode ser parcial ou total, sendo o primeiro caso o mais usual. Para além disto esta situação pode ser ativa ou passiva, sendo que na situação passiva as estacas são executadas sem qualquer condicionamento prévio, então as cargas que esta estrutura suportará serão apenas as cargas de ações aplicadas *posteriori* (por exemplo ações de sismos ou assentamentos futuros). Já na situação ativa a estrutura é escorada, cujo escoramento é aplicado antes da execução das vigas de recalce e faz com que a fundação existente fique sujeita apenas ao peso não aliviado pelo escoramento e as restantes cargas serão transmitidas pela viga de recalçamento à fundação por estacas (Jo & Disserta, 2010). Por outro lado, pode ainda usar-se uma pré-carga no recalce, que consiste no carregamento dos novos elementos até a uma determinada carga antes de se efetuar a ligação definitiva à fundação original, de maneira a serem evitadas deformações excessivas e os danos na estrutura associados. No entanto, este método nem sempre pode ser aplicado uma vez que é exigida alguma capacidade resistente da fundação existente para suportar a reação da pré carga.

Esta solução também serve para edifícios em que as fundações corridas são acessíveis só num dos lados. Neste caso, é necessário executarem-se as estacas sob a parede, recorrendo a uma câmara de trabalho (figura 86). No entanto, esta técnica costuma ser posta de parte na medida em que as dificuldades de execução são bastantes e para estas situações são normalmente usadas soluções de reforço com microestacas, tema que se irá tratar mais à frente (Segurança & João, 2010).

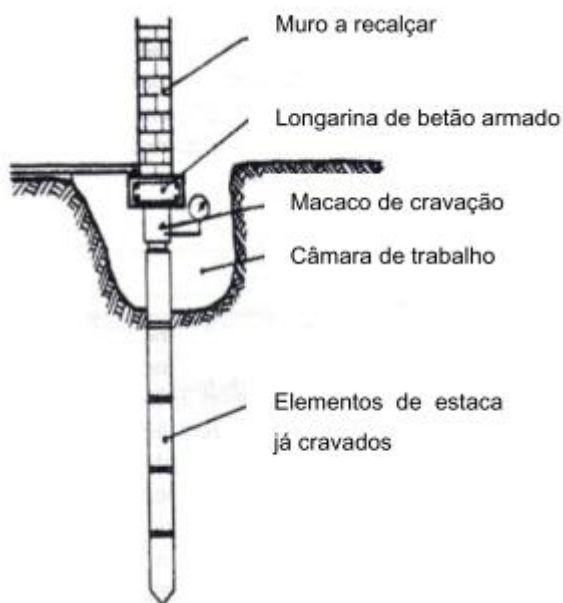


Figura 86 - Representação esquemática do reforço com estacas em fundações acessíveis apenas de um lado (Segurança & João, 2010)

Para além disto, como já tinha referido anteriormente, esta é uma técnica de reforço que se aplica a vários tipos de fundações e que apresenta um especial interesse e viabilidade no caso de anomalias em fundações indiretas realizadas em estacas de madeira, uma vez que os terrenos superficiais nestes casos se apresentam com má qualidade.

As verificações de segurança deste tipo de reforço e os seus critérios de dimensionamento são os mesmos aplicáveis em qualquer fundação deste tipo, considerando neste caso que a carga transmitida pela fundação existente é distribuída por toda a superfície de contacto entre a viga de recalçamento e a fundação existente. As alturas das vigas de recalce dependem da resistência ao corte e do punçoamento, e os seus comprimentos dependem da distancia entre estacas que é limitada pela largura de fundação e pelo afastamento mínimo à parede que os equipamentos de moldagem e furação impõe. No que diz respeito ao cálculo de armaduras principal e longitudinal inferior da viga, pode ser utilizado o método das bielas ou então considerar-se uma viga apoiada nas estacas sujeita a uma carga concentrada.

No entanto, esta é uma técnica que necessita de disponibilidade de espaço junto das fundações, logo é difícil ser usada em edifícios correntes em zonas urbanas.

Transferência de cargas para camadas profundas sem recalçamento (Microestacas)

Esta técnica, ao contrário da anterior, não apresenta dificuldades associadas a recalçamento, logo a necessidade de espaço livre é menor para esta poder ser aplicada. É uma solução que consiste na execução de microestacas de modo a que estas atravessem as próprias fundações como se encontra representado no esquema da figura 87. Estas estacas podem ser moldadas, construídas a partir de um furo previamente executado no solo ou cravadas, que através da sua maneira de execução deslocam o terreno na zona onde são executadas (Reabilita & Funda, 2014).

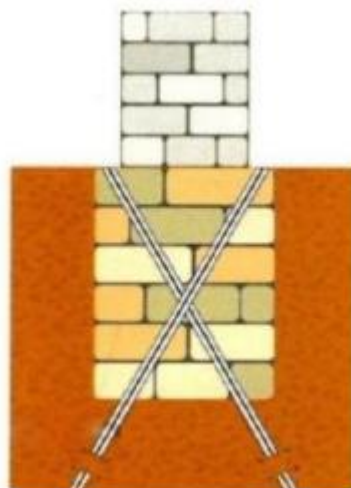


Figura 87 – Representação esquemática da solução de reforço com microestacas (Raquel & Roseiro, 2012)

No mesmo sentido do que foi exposto na técnica de reforço anterior esta é uma solução passiva que através da sua tecnologia de execução trata-se de uma fundação indireta que mobiliza estratos profundos do solo. No entanto, existem casos nos quais se pode tornar esta solução numa solução ativa, mobilizando a capacidade resistente das microestacas para a totalidade das cargas. Para tal deve ser feito um escoramento prévio da estrutura de maneira a que quando forem retirados os escoramentos, as cargas sejam transmitidas integralmente aos novos elementos de fundações.

No caso das microestacas moldadas, as injeções de caldas de cimento são normalmente executadas sob pressão e reforçadas com varões de aço ou perfis metálicos, a diferentes alturas ou apenas na ponta que provocam uma consolidação bastante boa ao solo, conseguindo assim o reforço das suas características de resistência mecânica, tornando-se então numa solução combinada de reforço do solo e da fundação (Jo & Disserta, 2010). As microestacas cravadas, são baseadas em tubos de aço, cuja cravação é normalmente conseguida através do edifício existente, usado como estrutura de reação para aplicação das forças de cravação, de modo a que se mobilizem imediatamente as novas estacas transferindo assim as cargas para estas (Reabilita & Funda, 2014).

Para se realizarem este tipo de soluções, é sugerida a consulta em firmas especializadas e o apoio em ábacos e tabelas organizados para cada solução patenteada. Para além disto, é ainda interessante fazerem-se ensaios de carga para se obter uma avaliação da resistência efetiva das fundações, sendo que os valores de resistência à compressão, por microestaca, rondam os 200kN a 300kN. No entanto estes valores podem chegar aos 1000kN, dependendo das tecnologias de execução usadas e dos solos em questão (Appleton, 2011).

De uma forma geral este método apresenta como vantagens uma elevada capacidade de carga tendo em consideração o diâmetro reduzido das microestacas; uma capacidade de instalação e transmissão de cargas em qualquer direção espacial, sendo que funcionam melhor sob carregamento axial; uma boa resistência a ações de corte e capacidade de confinamento do terreno; uma grande capacidade de carga por atrito lateral, devido às injeções da calda de cimento a elevadas pressões; uma fácil adaptação a situações de variabilidade de tensões as fundações; é aplicável a todos os tipos de terreno; as profundidades a atingir podem ir dos 5m aos 40m; não necessita de muita mão-de-obra. No entanto, como já foi referido anteriormente é uma técnica que necessita de mão-de-obra especializada e equipamentos específicos e para além disto, devido ao diâmetro reduzido apresenta capacidades de carga limitadas quando comparada com outros tipos de reforços de fundações profundas; apresenta perigo de encurvadura em solo com grandes vazios ou pouco resistentes e é a mais das soluções de reabilitação profunda mais dispendiosas no que diz respeito à relação custo-carga devido essencialmente ao consumo de cimento na injeção para selagem e preenchimento a altas pressões (Ricardo & Antunes, 2012).

Na reabilitação, este método de reforço é bastante interessante na medida em que causa perturbações mínimas às estruturas de intervenção, às estruturas adjacentes e ao solo, uma vez que o equipamento utilizado não necessita de locais com bom acessos ou grandes espaços, e pode ser programado de modo a causar vibrações e ruídos mínimos (Reabilita & Funda, 2014). Para além disto este método apresenta como vantagens uma elevada eficiência no recalce de fundações e trata-se de uma solução pouco intrusiva ideal para intervenções em edifícios antigos de natureza bastante complexa e específica.

4.1.1.3. Intervenções sobre o edifício em si

No caso de reabilitação das fundações através de intervenções no edifício, estas podem ser feitas de maneira a reduzir ou transferir cargas, atuando assim diretamente nas cargas ou na estrutura do edifícios. Exemplos deste tipo de intervenção podem ser aligeiramentos dos elementos de compartimentação e revestimento, criações de ligações estruturais suplementares, ou tornar rígidas algumas zonas da estrutura (Appleton, 2011).

Para além disto, na reabilitação de fundações, quando estas se encontram demasiado degradadas pode ainda ter que ser feita uma substituição parcial ou global deste elemento.

4.1.2. Paredes estruturais

Para a reabilitação e reforço das paredes estruturais, deve conhecer-se a sua espessura a partir do levantamento geométrico que deve ser complementado com a identificação da constituição das mesmas através da observação de amostras representativas. No entanto, existem casos em que acontece o desprendimento dos rebocos (por diversas causas tratadas anteriormente no capítulo das anomalias), que deixam a constituição das paredes à vista e desta forma torna-se possível a identificação do tipo de material de base, da dimensão média dos materiais, da qualidade de argamassas de ligação, de assentamento e de rebocos e ainda da localização e dimensões de elementos de madeira. No caso de não ter ocorrido o desprendimento do reboco, é preciso fazer-se a picagem e remoção do mesmo, numa zona corrente da parede (afastada de zonas singulares, cantos e aberturas) com uma de aproximadamente 1 m².

As observações feitas devem ser registadas através de fotografias, cortes esquemáticos e alçados das paredes. Em caso das paredes serem muito espessas, com mais de 1m de espessura, pode ser interessante realizarem-se sondagens profundas na parede através do desmonte de um pequeno volume em toda a espessura da parede que normalmente corresponde à largura de uma grande pedra. Este tipo de sondagens permite identificar tipos especiais de paredes, como por exemplo paredes de folhas múltiplas, com o interior em pedra seca ou de terra, podendo complementar-se assim os cortes estruturais.

No que diz respeito a sondagens de carácter geral das paredes, estas devem ser completadas com inspeções localizadas onde estejam incluídos os pontos singulares das paredes como a constituição de ombreiras e lintéis das janelas e portas e os tipos de ligações usadas entre paredes ortogonais. Para além disto, devem ainda ser registadas algumas singularidades como tirantes, ancoragens de peças metálicas, elementos decorativos de alvenaria ou pedra talhada, rebaixos e ressaltos, nichos, evidências de alterações (por exemplo, antigas portas e janelas, pavimentos, paredes divisórias ou coberturas). É conveniente que as inspeções feitas nas paredes sejam realizadas, quando possível, em zonas degradadas, uma vez que assim se evita a destruição de zonas que normalmente não seriam objeto de intervenção e aproveita-se para se observar as anomalias presentes nestas zonas degradadas. Por outro lado, quando se verifica que os rebocos apresentam um elevado estado de deterioração generalizada, com esmagamentos, desagregações e fendas, este deve ser removido para

sua total reposição antes de estar definido o âmbito da intervenção ao nível do projeto, de maneira a se poder ter uma observação geral das paredes. De um modo geral, nas plantas, alçados e cortes do levantamento geométrico devem ser incluídos os registros fotográficos com a sua devida localização no edifício.

No que diz respeito às soluções de reabilitação e reforço das paredes resistentes, estas aparecem essencialmente para contrariar movimentos para fora do plano e para conferir coesão nas ligações entre estas de modo a funcionar todo o conjunto como uma unidade (Tavares, 2011). Neste capítulo pretende-se então descrever técnicas de reabilitação e reforço para paredes de alvenaria de pedra ou tijolo maciço, paredes com elementos de madeira e paredes de adobe.

4.1.2.1. Paredes estruturais de alvenaria de pedra ou tijolo maciço

Para as paredes estruturais de alvenaria de pedra ou tijolo maciço de edifícios antigos, depois da análise das anomalias e típicas causa já referidas anteriormente, pode proceder-se à intervenção através de técnicas de consolidação cujo o objetivo é repor a capacidade resistente inicial das paredes e nas quais estão incluídas a consolidação das paredes através da injeção e o desmonte e reconstrução de partes com materiais degradados. Por outro lado, podem ser aplicadas técnicas de reforço, como: o refechamento de juntas; o refechamento de juntas com armadura; o refechamento de juntas com camadas de resina orgânica e armadura; os rebocos armados; o encamisamento “*jacketing*”; o reforço com materiais compósitos (FRP - *Fiber Reinforced Polymer*); as pregagens generalizadas; as pregagens transversais; o pré-esforço; a cinta sísmica e os sistemas portificados em betão armado; em que a sua função é aumentar a capacidade de carga ou limitar a deformação da estrutura. Por fim ainda se vão apresentar algumas técnicas de proteção contra a humidade uma vez que esta é uma das maiores preocupações dos edifícios tradicionais, na medida em que é a causa principal de muitas das anomalias que aparecem nas estruturas. Estas técnicas usadas para proteção contra a humidade pretendem prevenir a manifestação de anomalias e podem ser barreiras químicas contra a humidade ascensional por injeção ou por transfusão, ou tratamentos com hidrofugante (P. Em & Alvenaria, n.d.).

Estas técnicas podem ainda usar-se individualmente ou através de soluções mistas, ou seja, soluções que combinam algumas das técnicas apresentadas para a mesma intervenção.

Técnicas de consolidação de alvenarias

A técnica de consolidação de alvenarias através de injeção, tem como finalidades consolidar a alvenaria existente, repor a integridade das paredes e promover uma melhoria na ligação e coesão entre os seus elementos. Esta técnica é bastante interessante em paredes de alvenaria mal argamassadas, que sofreram bastante perda de material ou como o caso das alvenarias de junta seca. Consiste essencialmente na introdução de caldas através de furos previamente realizados nos paramentos exteriores da alvenaria, para se fazer o preenchimento de vazios interiores e/ou a selagem de fissuras, alterando desta forma as características físicas e mecânicas do material de constituição da parede. Neste tipo de solução as caldas podem ser de cimento estabilizadas por betonite ou cal, de cimento especiais, de silicato de potássio ou de sódio, de resinas epoxídicas ou de resinas de poliéster (estas são normalmente usadas quando não se pretendem exigências especiais de resistência mecânica) (P. Em & Alvenaria, n.d.).

Esta técnica é muitas vezes usada em conjunto com a solução dos rebocos armados e a do confinamento transversal e, dependendo das características morfológicas do elemento a reforçar e do tipo e características dos danos a resolver, as injeções podem ser feitas sob pressão, por gravidade ou por vácuo. A injeção sob pressão é normalmente utilizada em alvenarias degradadas ou não, desde que com capacidade para receber a pressão da injeção, como se pode ver na figura 88 do lado esquerdo. Já a injeção por gravidade pode ser usada em paredes fortemente degradadas, como está representado na figura 88 do lado direito. Por fim, a injeção por vácuo é indicada essencialmente para pequenos elementos arquitetónicos com requisitos de caldas muito fluidas (A. De, 2010).



Figura 88 – Exemplo da aplicação da técnica de consolidação de alvenarias através da injeção sob pressão e por gravidade (Raquel & Roseiro, 2012)

A outra técnica de consolidação das paredes é o desmonte e reconstrução de partes com materiais degradados, que consiste, essencialmente, na remoção de materiais em zonas degradadas. As peças a

remover são marcadas e é feito um aproveitamento de elementos removidos. No entanto, é necessário recorrer a materiais diferentes, como está representado na figura 89. Esta substituição pode ser realizada com argamassas de baixa ou nula retração como por exemplo, argamassas de cal e areia, argamassas bastardas de cimento, cal e areia, tendo sempre em vista uma melhor compatibilidade física e mecânica com os materiais existentes nas paredes (Raquel & Roseiro, 2012). No entanto, podem ainda ser usadas argamassas tradicionais de cimento e areia, fazendo-se um reforço das ligações entre a alvenaria velha e a nova, por exemplo, através da colocação de redes metálicas que cubram toda a alvenaria nova e sejam ancoradas na alvenaria velha (Appleton, 2011).

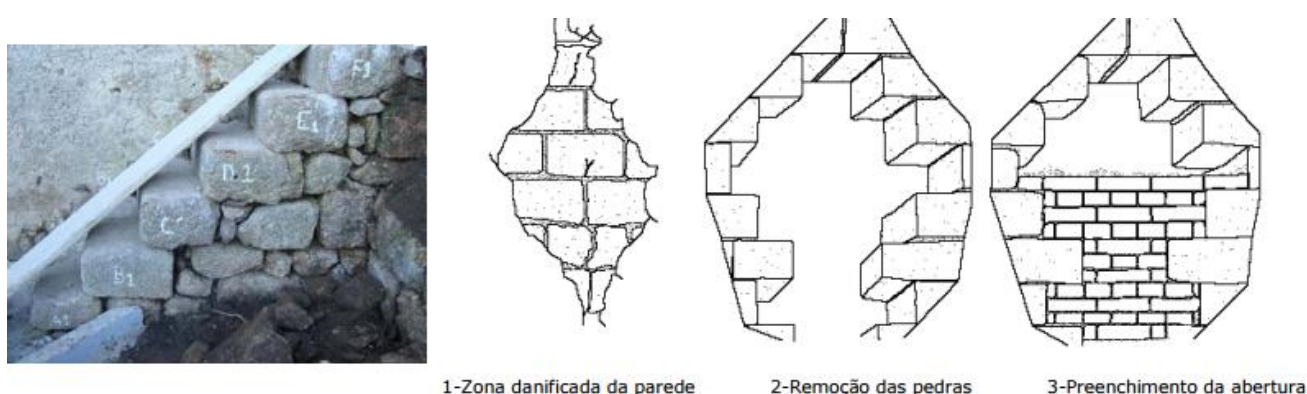


Figura 89 – Exemplos da técnica de desmonte e reconstrução de paredes de alvenaria (Miguel & Rodrigues, 2010)

Este é um método trabalhoso, mas bastante eficaz para a melhoria da capacidade mecânica das paredes, principalmente no que diz respeito a correção de fendilhações. Deve então ser feito em pequenos tramos deixando contornos irregulares que facilitem a ligação entre o novo material e o existente. Para além de substituir os componentes degradados ou em condições deficientes, tem por objetivo reforçá-los. Na realização do desmonte é necessário ser feito um escoramento prévio para suporte temporário da zona envolvente do elemento em reconstrução, cujas escoras são retiradas quando o elemento reconstruído poder entrar novamente em carga. É ainda importante referir que é necessário ter um cuidado construtivo ao colocar as peças no sítio, após a retirada das pelas. Nas paredes de alvenaria de fraca qualidade construtiva é normal ser usado o desmonte e reconstrução com qualidade superior, quando comparado com as alvenarias de pedra sã, cujo processo é bem mais fácil (A. De, 2010).

Técnicas de reforço de alvenarias

O refechamento de juntas adequa-se a paredes de alvenaria que apresentem juntas de argamassa degradadas ou em fracas condições. A figura 90 tem apresentado o aspeto de uma parede antes de depois da aplicação do refechamento de juntas.



Figura 90 - Exemplo de parede de alvenaria de pedra antes e após refechamento de juntas (Miguel & Rodrigues, 2010)

Para além disto, trata-se de uma das técnicas de reforço mais simples e apropriada para o restabelecimento da integridade, melhoria da resistência mecânica e melhoria da proteção das faces das paredes e da sua estanquidade à água. Esta solução consiste então na remoção parcial da argamassa deteriorada numa profundidade que pode ir de 5cm a 7cm, uma lavagem da junta com água sob baixa pressão e por fim a substituição do material removido. A escolha da argamassa depende da finalidade da intervenção e das condições de compatibilidade com o material existente.

No caso em que esta técnica é aplicada nos dois paramentos da parede, o núcleo central não intervencionado deve ter no mínimo um terço da espessura da parede. Para além disto, a argamassa das juntas de um paramento deve ser removida somente depois da conclusão dos trabalhos no paramento oposto (Raquel & Roseiro, 2012).

Existe também a técnica do refechamento de juntas com armadura, uma alternativa ao refechamento de juntas “tradicional” que se trata da combinação deste com armaduras. Esta é uma técnica que se baseia na remoção parcial da argamassa das juntas e na colocação de armaduras de reforço que podem ser de aço inoxidável, ou de laminados, ou de barras FRP- *Fiber Reinforced Polymer*, antes de se proceder ao refechamento com argamassas de cal hidráulica, argamassa hidráulica aditivada ou

com resinas orgânicas (epóxi, poliéster ou acrílicas), como se pode ver na figura 91 (P. Em & Alvenaria, n.d.).



Figura 91 – Exemplo de procedimento de refechamento de juntas com armadura (Miguel & Rodrigues, 2010)

Esta é uma solução que se aplica em casos de degradação das juntas de alvenaria, mais precisamente nas paredes de juntas horizontais regulares que apresenta resultados positivos no controlo da dilatação transversal associada a grandes tensões de compressão e aos seus efeitos. Para além disto é importante nas estruturas com fissuração superficial difusa, devido essencialmente a fenómenos de deformação ou a amplitudes térmicas ou higrométricas. No que diz respeito a paredes compostas, especialmente com possibilidade de instabilização dos paramentos, é comum combinar-se esta técnica com pregagens transversais (P. Em & Alvenaria, n.d.).

De uma forma geral esta técnica apresenta como principais vantagens, uma facilidade de execução, uma pequena perturbação das condições existentes, uma conservação do aspeto estético depois da intervenção e uma variação desprezável do peso da estrutura, que é importante especialmente para edifícios históricos com problemas a nível das fundações e em zonas sísmicas (Minho, 2002).

No entanto, ainda se tem a técnica de refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura que consiste mais uma vez na remoção parcial da argamassa das juntas, mas neste caso é colocada uma primeira camada de resina orgânica, com posterior colocação de armaduras de reforço, que já foram referidas na técnica anterior, em seguida uma nova camada de resina orgânica e por fim o refechamento da junta com argamassas de cal hidráulica, argamassa hidráulica aditivada ou resinas orgânicas. Ou seja, esta técnica apresenta os mesmos objetivos que a anterior, sendo diferente apenas na medida em que esta leva uma camada de resinas orgânicas em volta da armadura (P. Em & Alvenaria, n.d.).

A técnica dos rebocos armados é uma técnica que tem sido bastante divulgada nos dias de hoje e que tem sofrido notáveis desenvolvimentos. Trata-se de uma solução normalmente utilizada quando as alterações estéticas decorrentes do recobrimento da parede não são relevantes. Para além disto a sua aplicação é habitualmente indicada para paredes que de uma forma geral apresentam um bom estado, mas que possuem uma elevada degradação superficial (técnica bastante usada também para paredes de adobe), ou para complementar outras soluções. (A. De, 2010).

Este método consiste essencialmente na realização de rebocos armados, através da aplicação de uma camada de argamassa de revestimento na parede à base de ligantes aéreos e hidráulicos e uma armadura de reforço fixada por pontos, como está representado na figura 92. Esta armadura pode ser em malha de aço electrossoldada, em malha de metal distendido e varões de diâmetro reduzido, em fibras sintéticas ou em fibras curtas em aço. Para além da rede metálica, mas com um desempenho estrutural inferior, pode ser aplicada uma rede em fibra de vidro. Esta solução deve ser realizada, quando possível, nas duas faces das paredes, ligados entre si por um conjunto de elementos, os chamados conectores metálicos, de modo a solidarizarem as lâminas de argamassa ou micro-betão entre si, de maneira a se evitar ou minimizar a desagregação da alvenaria (Raquel & Roseiro, 2012).



Figura 92 – Exemplo da aplicação de rebocos armados (Miguel & Rodrigues, 2010)

Ainda se pode referir que a aplicação de rebocos armados é uma boa técnica para prevenir a fendilhação, quando comparada com elementos não reforçados, para proteção anti-sísmica e para melhorar as propriedades mecânicas. Além disto, estabelece uma melhor ligação entre as paredes, uma melhor resistência ao corte e uma boa ductilidade (Tr et al., 2009).

O encamisamento ou “*Jacketing*”, é uma técnica bastante invasiva que consiste essencialmente na aplicação de uma camada de recobrimento de betão armado reforçado com uma malha de aço fixada à parede através de pregagem, num ou em ambos os lados da parede existente, sendo um processo parecido com o utilizado nos rebocos armados, como se pode ver na figura 93. Neste caso o revestimento apresenta uma maior espessura, de aproximadamente 10cm, e melhores características mecânicas, sobretudo ao corte, quando comparado com a técnica dos rebocos armados tratada anteriormente. Esta solução é usada no reforço de alvenarias de pedra ou tijolo maciço, “pobres”, bastante irregulares, com misturas de diferentes materiais ou restos de materiais, argamassas muito deterioradas e com fraca ligação dos materiais. Quando se trata das alvenarias de pedra, a aplicação deste método é condicionada pela execução das ligações transversais, uma vez que a irregularidade morfológica não garante a existência de juntas que atravessem toda a secção (P. Em & Alvenaria, n.d.).



Figura 93 – Projeção de betão em paredes de alvenaria aplicando a técnica de encamisamento (Raquel & Roseiro, 2012)

No entanto, a técnica do encamisamento das paredes de alvenaria apresenta como desvantagem, quando aplicada nas duas faces do elemento, o impedimento das trocas de vapor de água presente no interior das paredes, não sendo por este motivo recomendável de se aplicar a todo o edifício uma vez que dará origem a um aumento de rigidez e de massa (Miguel & Rodrigues, 2010).

Existem também alguns autores que consideram duvidosa a interação mecânica entre a parede antiga existente e as camadas envolventes de betão armado, devido às suas diferenças de rigidez, então estes defendem que esta solução de reforço seja calculada de modo a suportar a totalidade das cargas, descartando assim a contribuição da alvenaria (Minho, 2002).

A técnica de reforço com materiais compósitos, é bastante utilizada na reabilitação sísmica de estruturas, e pode por exemplo aumentar a resistência dos elementos à flexão ou à tração. Consiste na aplicação de faixas de material compósito de reforço superficial nas paredes, funcionando como armaduras exteriores, como se pode ver na figura 94. Estas faixas são ancoradas à alvenaria e ainda se pode conjugar esta técnica com os conectores transversais, criando desta forma um confinamento da parede (Jo & Disserta, 2010).



Figura 94 – Representação esquemática da aplicação da técnica de reforço com materiais compósitos (Jo & Disserta, 2010)

Os materiais compósitos, os chamados FRP - *Fiber Reinforced Polymer*, são constituídos por dois componentes, a matriz que se trata do elemento responsável pela transmissão da resistência das fibras para o suporte, e pode ser de resina epóxi, acrílica, poliéster ou outra; o outro componente são as fibras de reforço que conferem resistência e rigidez axial ao reforço. Estas fibras podem ser de carbono (CFRP - *Carbon Fiber Reinforced Polymer*), indicadas essencialmente para o reforço de estruturas históricas por razões de durabilidade, de aramida (AFRP - *Aramid Fiber Reinforced Polymer*) e por fim de vidro (GFRP - *Glass Fiber Reinforced Polymer*). No que diz respeito ao processo de fabrico deste tipo de compósitos, principalmente no que diz respeito à orientação das fibras, estas apresentam uma grande influencia nas propriedades mecânicas. Podem então ser comercializados em laminados, em barras, em mantas, ou em alguns casos, em fibras soltas (A. De, 2010).

Esta técnica de reforço apresenta então como principais vantagens: uma elevada resistência, os materiais são bastante leves, uma elevada resistência à corrosão, um bom comportamento à fadiga, apresenta fácil aplicação, baixa relaxação e reversibilidade da aplicação. Como desvantagens, esta trata-se de uma técnica de custos elevados, com um comportamento bastante frágil, uma fraca resistência aos raios ultra-violeta e uma fraca resistência ao fogo (Minho, 2002).

As pregagens são outra técnica de reforço bastante utilizada na reabilitação de paredes de alvenaria de edifícios tradicionais, e entende-se como pregagem a utilização de uma solução mecânica que reforce ou promova a ligação entre elementos co-operantes. Esta solução é geralmente constituída por tirantes de aço fixos por aderência e/ou ancorados nos extremos, colocados em furos previamente executados de pequeno diâmetro, de modo a que estes estejam protegidos contra a corrosão. Estes tirantes atravessam a parede a reforçar, e após a sua colocação, os furos são selados com caldas de injeção apropriadas. Dependendo do objetivo pretendido, da extensão e da natureza dos danos, a distribuição e direção das pregagens pode variar (Minho, 2002).

No que diz respeito a pregagens generalizadas, estas podem modificar substancialmente o comportamento mecânico da parede, podendo desta maneira tornar este elemento semelhante a uma parede de betão armado, capaz de suportar esforços de tração, de corte e melhorando de forma significativa a resistência à compressão. Este tipo de reforço é normalmente feito com barras de aço inox dispostas em direções cruzadas, formando desta maneira uma malha tridimensional no interior da alvenaria, como se pode ver na figura 95. Como se referiu anteriormente, estas barras são colocadas em furos de pequenos diâmetros, cuja selagem dos orifícios de furação, devem colmatar também os vazios da alvenaria que se apresentam adjacentes ao furo (A. De, 2010).

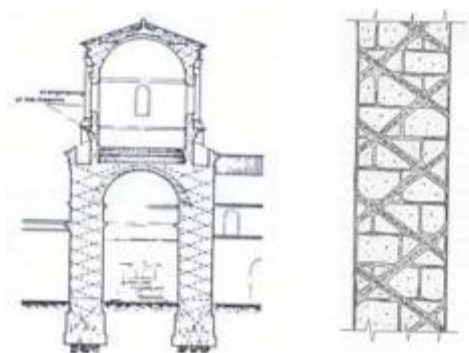


Figura 95 –Esquema representativo da aplicação da técnica de pregagens generalizada em paredes de alvenaria (Minho, 2002)

No entanto, este método não é recomendável para paredes de alvenaria de pedra à vista, uma vez que a parede ficaria crivada de numerosos pontos com coloração própria, nem para paredes de alvenaria de pedra que apresentem uma espessura inferior a 0,50m (P. Em & Alvenaria, n.d.).

Outra solução é a técnica de reforço com pregagens transversais, que consiste na distribuição de tirantes de aço transversais à parede, com um tratamento anti-corrosão, dotados de dispositivos (nos

extremos) que permitam a amarração nas faces exteriores do paramento, como se pode ver na figura 96. O efeito de confinamento transversal depende essencialmente da eficácia da ligação ou da ancoragem dos tirantes. Esta ancoragem ou fixação das pregagens pode ser feita através de uma via química, com a selagem dos furos utilizando argamassas adequadas, por via mecânica, com a adoção de dispositivos de ancoragem exterior ou com soluções mistas. Para além disto, trata-se de uma solução bastante utilizada em paredes compostas de modo a confinar a secção e pode ser combinada com outras técnicas de reforço de modo a ajudar na fixação de armaduras ao suporte em casos de rebocos armados e como elementos complementares na execução de encamisamentos (P. Em & Alvenaria, n.d.).

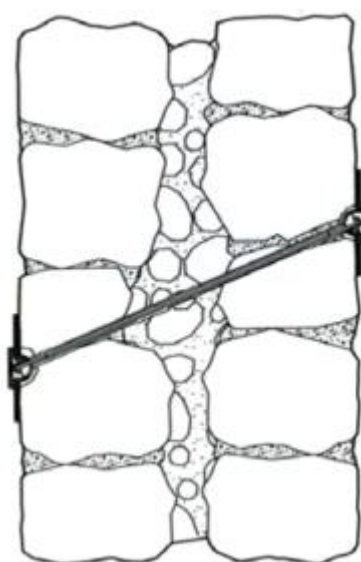


Figura 96 - Esquema representativo da aplicação da técnica de reforço de paredes com pregagens transversais (Jo & Disserta, 2010)

Quando se trata de pregagens ainda se pode referir a técnica de pregagens costura que é utilizada em elementos de alvenaria, e tem como objetivos assegurar a resistência em zonas críticas ou para ligação de paredes perpendiculares entre si, funcionando, como o próprio nome indica, como uma costura. Esta solução consiste então na execução de pregagens injetadas, sendo abertos furos nas paredes preenchidos com caldas ou argamassas fluidas, e barras ou varões de reforço de aço ou materiais compósitos no interior das paredes, como se pode ver nos esquemas da figura 97. Pode ser aplicada em paredes ou no contorno das suas aberturas que necessitam de uma maior coesão e de melhorar as ligações sem uma modificação visível do seu aspeto exterior (Miguel & Rodrigues, 2010).

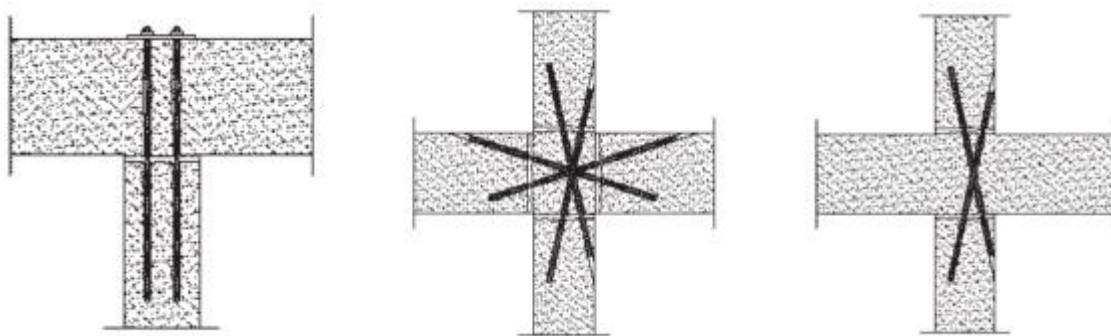


Figura 97 – Esquema representativo da aplicação de pregagens em costura entre paredes ortogonais (Miguel & Rodrigues, 2010)

As pregagens longas, mais conhecidas por sistemas de tirantes, são outra técnica utilizada no reforço de alvenarias que têm como objetivo melhorar a ligação entre paredes paralelas, que apresentem fraca ligação entre elas, prevenindo assim o colapso e a progressiva deformação transversal e rotação da fachada para fora do plano (Roque & Lourenço, n.d.). Esta solução consiste então na instalação de tirantes que funcionam à tração e podem ser barras ou cabos de aço fixos a duas paredes paralelas, através de elementos especiais de ancoragem, como está representado na figura 98.



Figura 98 - Exemplo de tirante como técnica de reforço de paredes de alvenaria (Miguel & Rodrigues, 2010)

O reforço através de pré-esforço é uma técnica que pode ser usada para melhorar o comportamento das paredes, quer para ações sob o próprio plano quer para ações para fora do plano da parede. No que diz respeito a ações sob o próprio plano, perante a compressão axial pode melhorar-se a

resistência à tração e ao corte. Quando se trata de ações para fora do plano da parede, a ligação entre as paredes melhora o confinamento global da estrutura. Para além disto, com esta técnica pode verificar-se melhorias ao nível do controlo da deformação e da fendilhação que acaba por contribuir também para uma maior durabilidade. Esta solução é normalmente aplicável em paredes com fraca resistência à tração e com ligações entre elementos estruturais bastantes débeis. Pode ainda ter aplicação ao nível dos pavimentos ou coberturas, associada à realização de cintas e pregagens de ligação entre paredes, de forma a melhorar a solidarização e o confinamento estrutural (A. De, 2010).

A técnica de pré-esforço pode ser aplicada pelo interior ou pelo exterior do edifício e consiste então na colocação de cabos de aço de alta resistência, sendo feito o seu esticamento de forma a introduzir na estrutura um novo sistema de forças (P. Em & Alvenaria, n.d.). Na figura 99 está representado um esquema tipo da disposição de tirantes de pré-esforço aplicados num edifício antigo, com o objetivo de melhoria da integridade global da estrutura.

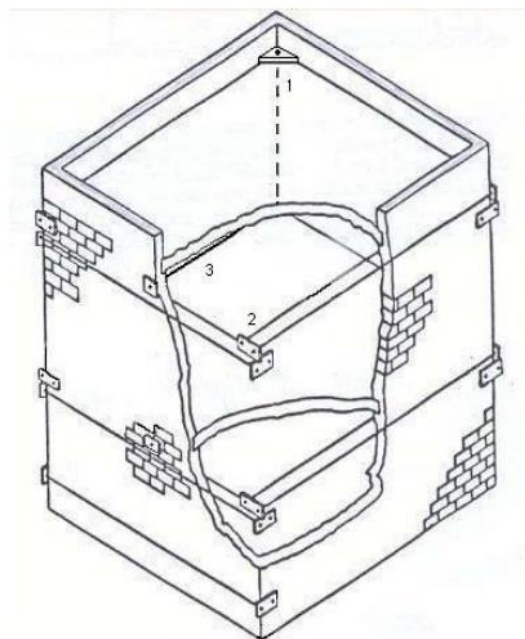


Figura 99 – Representação esquemática do reforço de um edifício com a técnica do pré-esforço (Minho, 2002)

- (1) Tirantes com efeito de compressão axial nas paredes que trás melhorias na flexão global
- (2) Pregagem entre paredes ortogonais com efeitos de confinamento a nível dos pavimentos
- (3) Pregagens de vão entre paredes opostas com efeitos de confinamento ao nível dos pavimentos

A criação de cintas sísmicas é outra técnica de reforço das paredes e consiste numa viga de coroamento construída no topo das paredes periféricas interligando-as, como está ilustrado na figura 1000. Trata-se de um método utilizado em edifícios com fracas ligações entre elementos, paredes e

pavimentos ou coberturas, de maneira a se reduzir o risco de colapso. Esta é uma solução que confere uma grande melhoria no comportamento da parede no que diz respeito a forças perpendiculares ao plano, a deformações por flexão para fora do plano e de lesões em fachadas. Esta solução, tal como o encamisamento ou a construção de sistemas porticados de betão, prevê a criação de elementos adicionais à alvenaria (Raquel & Roseiro, 2012).



Figura 100 - Exemplo da aplicação da técnica de cintagem de edifícios (Miguel & Rodrigues, 2010)

Pode ainda fazer-se referência à técnica de reforço com aplicação de sistemas porticados em betão armado, que têm como objetivo desempenhar funções de revestimento ou forro. No entanto, esta técnica apresenta grandes dificuldades de projeto que advêm das condições de ligação e funcionamento entre a estrutura de betão e a alvenaria. Para além destas, ainda apresenta dificuldades construtivas, relacionadas com a necessidade de aberturas de rasgos na alvenaria para a execução da estrutura porticada (Raquel & Roseiro, 2012). A figura 101 tem representado um exemplo de aplicação desta solução.



Figura 101 – Exemplo de aplicação da técnica de sistemas porticados em betão armado (Raquel & Roseiro, 2012)

Técnicas de proteção contra a humidade

Como já foi descrito anteriormente, a humidade é uma das maiores causas de anomalias dos edifícios tradicionais, então torna-se importante neste capítulo descreverem-se técnicas de proteção contra este elemento com o objetivo de se prevenirem posteriores anomalias.

Tem-se então a execução de barreiras químicas contra a humidade ascensional por injeção, que consiste na injeção, sob pressão, de uma calda de hidrófobo (produto químico repelente de água), criando assim, a um nível conveniente, uma faixa de alvenaria alterada que faz de barreira à passagem da água, como está ilustrado na figura 102. A calda pode ser feita com produtos à base de resinas de silicones e de estearato de alumínio. Para se aplicar esta técnica, deve ser primeiramente selecionada a zona da parede onde se pretende criar a membrana à prova de água (P. Em & Alvenaria, n.d.).

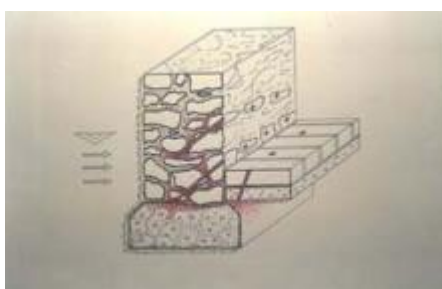


Figura 102 – Representação esquemática da técnica de barreiras químicas contra a humidade ascensional por injeção (P. Em & Alvenaria, n.d.)

Existe também a técnica de execução de barreiras químicas contra a humidade ascensional por transfusão, que consiste na eliminação da humidade ascendente em paredes de alvenarias maciças, a partir da alteração durável das características de capilaridade dos materiais que a constituem. Os produtos podem ser aplicados por gravidade (com está representado na figura 103) e são à base de micro-emulsões de silicone, com uma estrutura espacial às quais se associam moléculas orgânicas com grande capacidade de impregnação (P. Em & Alvenaria, n.d.).

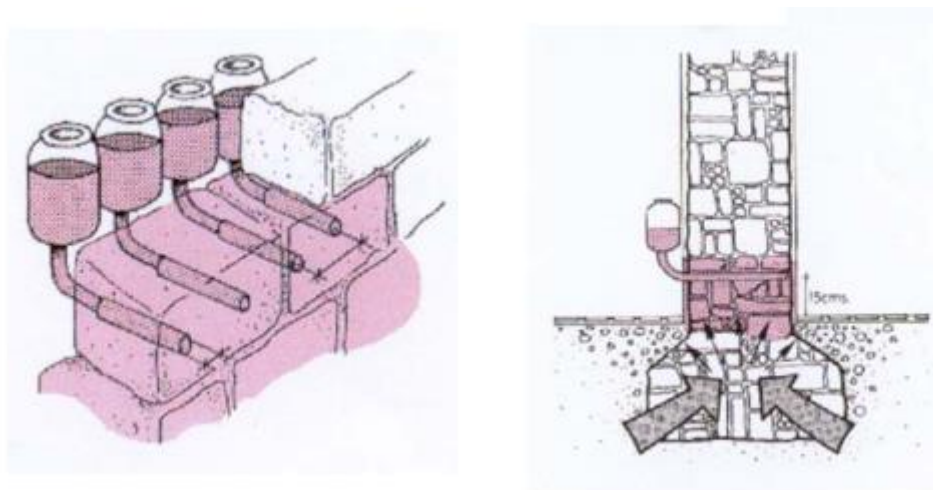


Figura 103 - Representação esquemática da aplicação de barreiras químicas contra a humidade ascensional por transfusão (P. Em & Alvenaria, n.d.)

Outra técnica de proteção contra a humidade é a execução de tratamentos com hidrofugante (figura 104), que consiste na utilização de produtos hidrófugos sobre a superfície das paredes, como silicones, siliconatos, ou organometálicos. Este tratamento torna as paredes impermeáveis à água líquida, o que impede a penetração de água no interior dos edifícios, mas deixa livre a passagem de vapor de água. É uma técnica que não modifica muito o aspeto da superfície dos materiais tratados e que se aplica na renovação ou manutenção de fachadas e na proteção de paredes exteriores depois da aplicação de isolamentos térmicos. Antes da aplicação dos produtos hidrófugos a superfície deve ser limpa, através de escovagem, jacto de água, jacto de areia fina ou grossa, entre outros métodos de limpeza, até se obter um substrato compacto, sem resíduos de cimento, pinturas, poeiras, eflorescências, incrustações e depósitos estranhos (P. Em & Alvenaria, n.d.).

Para além destes, existem ainda argamassas pré-doseadas para execução de rebocos que também apresentam características hidrofugantes.



Figura 104 – Diferenças entre zona com tratamento hidrófugo e zona sem este tratamento na mesma superfície (P. Em & Alvenaria, n.d.)

4.1.2.2. Paredes estruturais com elementos de madeira

No caso de paredes de alvenaria com uma estrutura reticulada de madeira, deve ser feita uma abordagem específica das técnicas de intervenção destinadas a garantir a sua consolidação ou reforço das suas características. Esta forma de construção combina materiais bastante diferentes, com uma boa capacidade resistente no que diz respeito ao travamento global da estrutura, cujo método construtivo se pode comparar com as novas soluções em estruturas metálicas. Então, antes de se intervir na estrutura deve compreender-se bem o que esta apresenta, de modo a se aproveitarem as suas capacidades. Como já foi referido no capítulo anterior, as principais anomalias neste tipo de paredes são a degradação das ligações entre elementos de madeira, os problemas com a humidade e os problemas com o fogo (Appleton, 2011).

Com isto pode intervir-se então, na recuperação dos sistemas construtivos (restauro), na segurança estrutural e na segurança contra incêndios (E. Em & De, 2010). No que diz respeito à recuperação dos sistemas construtivos, após a determinação do estado de conservação e saúde dos elementos de madeira, dos enchimentos, dos revestimentos e dos acabamentos, pode precisar de ser feita uma remoção dos elementos degradados. As zonas mais críticas para a estrutura de madeira são normalmente os bordos de vãos, as zonas junto a canalização ou equipamentos que usem água, zonas húmidas, entre outras. E quando se encontram elementos resistentes degradados, as soluções mais comuns a utilizar são a sua substituição total ou parcial, ou então a aplicação de tratamentos curativos da madeira. Para além disto, deve ser sempre resolvida a causa da degradação dos elementos, ou pelo menos proteger a madeira, de maneira a ser evitado um novo “ataque”. Na figura 105 está representado um exemplo de inspeção de paredes com elementos de madeira.



Figura 105 - Exemplo de inspeção de elementos de madeira degradados (E. Em & De, 2010)

Depois remoção dos elementos degradados, pode ser feita a reconstituição das paredes, que se trata de uma técnica bastante interessante, na medida em que se podem aproveitar os materiais que estão em bom estado. A substituição dos materiais só deve ser feita quando estes se apresentam irre recuperáveis. A madeira nova a utilizar deve ser de castanho ou casquinha, uma vez que o pinho necessita de vários tratamentos anti-fungos e anti-carunchos, e deve apresentar um teor de água próximo do da estrutura existente. Para além desta, também pode ser utilizada madeira antiga, proveniente demolições de outros edifícios. No que diz respeito às ligações, neste caso devem ser aplicados os novos ligadores modernos, uma vez que apresentam características de durabilidade e resistência bastante elevados quando comparados com os antigos, e ainda são menos prejudiciais para a madeira.

Os enchimentos dependem essencialmente das suas funções que apresentam na parede e podem ser feitos através de alvenaria de tijolo (solução mais comum, como se pode ver na figura 106) ou em casos de isolamentos térmicos e acústicos, com placas de cortiça.



Figura 106 – Exemplo de enchimentos com novos materiais (Jo & Disserta, 2010)

O tratamento curativo e preventivo das dos elementos de madeira é uma técnica apresenta limitações, na medida em que existem algumas soluções construtivas em que a estrutura de madeira está

completamente envolvida por enchimentos ou argamassas, logo uma intervenção deste tipo obrigará à remoção dos rebocos envolventes. No entanto, este tratamento é aplicável quando se sabe que se torna vantajoso do ponto de vista económico, quando é comparado com a substituição total da estrutura de madeira. Por outro lado, esta técnica só pode ser aplicada nos casos em que as madeiras não estejam de tal forma degradadas que ameacem a segurança da parede.

Os produtos utilizados nesta solução podem ser, protetores hidrossolúveis, emulsões, protetores em solvente orgânico, protetores mistos ou protetores orgânicos naturais, e podem ser aplicados através de pincelagem, pulverização, injeções ou em pasta. Existem ainda tratamentos que passam pela fumigação de fumos inseticidas, micro- pulverizados ou a esterilização por calor ou frio que implica a retirada da madeira das paredes. Em caso de térmitas podem ser aplicadas soluções como destruir as suas colónias ou criar barreiras químicas exteriores. Para além destes ainda se podem utilizar por exemplo parafusos para se tratarem fendas como está representado no esquema da figura 107.

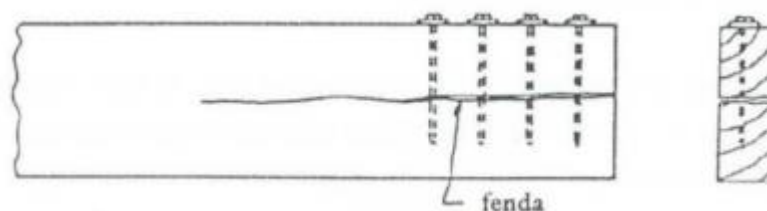


Figura 107 – Esquema representativo da aplicação de parafusos para tratamento de fendas (Jo & Disserta, 2010)

Nesta fase podem ainda ser aplicados tratamentos de prevenção contra incêndios, mas com especial atenção, uma vez que se tratam de produtos que podem apresentar incompatibilidades com os produtos de prevenção biológica e proteção contra o envelhecimento e acabamentos. Para além disto, tratam-se de produtos que podem corroer os ligadores, alterar o aspeto da madeira com o tempo ou mesmo reduzir a resistência mecânica das peças. Algumas composições podem facilitar o crescimento de fungos e no caso dos produtos serem solúveis, podem comprometer a sua durabilidade.

Quanto à segurança estrutural, como já foi referido no capítulo das anomalias, muitas das paredes deste tipo apresentam comportamentos insuficientes ao nível da estabilidade e segurança, que podem aparecer devido à insuficiência da solução original, devido à degradação ou perda de secção de

elementos resistentes ou mesmo ao surgimento de cargas adicionais que não estavam previstas inicialmente.

Nos casos de paredes muito esbeltas, estas podem possuir resistência suficiente para as cargas que precisam de suportar, mas apresentam problemas de instabilidade que provocam deformações excessivas que com o passar dos tempos podem comprometer a estabilidade da estrutura de madeira. Quando isto acontece, ou em casos de paredes com resistência insuficiente, deve ser feito o reforço da parede através de técnicas que aumentem a inércia ou o número de elementos a transportar cargas de modo a se minorar o efeito de bambeamento. Pode também ser feita a substituição dos elementos de madeira por outros de maiores dimensões.

É necessário ainda fazer-se atenção a cargas pontuais que podem ser resolvidas através do aumento da secção dos frechais e das vigas das paredes de madeira, de maneira a estas se tornarem mais resistentes e permitirem uma melhor distribuição de cargas.

A segurança contra incêndios é um tema bastante importante a ser tratado neste tipo de paredes, na medida em que estas são mais propícias à ocorrência de incêndios, e podem gerar grandes danos económicos, sociais e humanos. Estas técnicas normalmente podem ser conciliadas com técnicas de isolamento térmico e acústico. Podem então ser aplicadas placas de gesso cartonado no interior dos edifícios de modo a criar uma barreira corta fogo (como se pode ver na figura 108).



Figura 108 - Representação esquemática de contra-fachada em gesso cartonado e isolante (com e sem caixa de ar) (E. Em & De, 2010)

Quanto ao exterior, podem ser executados rebocos ou argamassas de boa resistência com isolantes incorporados, ou então sistemas de isolamento com revestimentos de proteção contra o fogo, como se pode ver no esquema da figura 109.

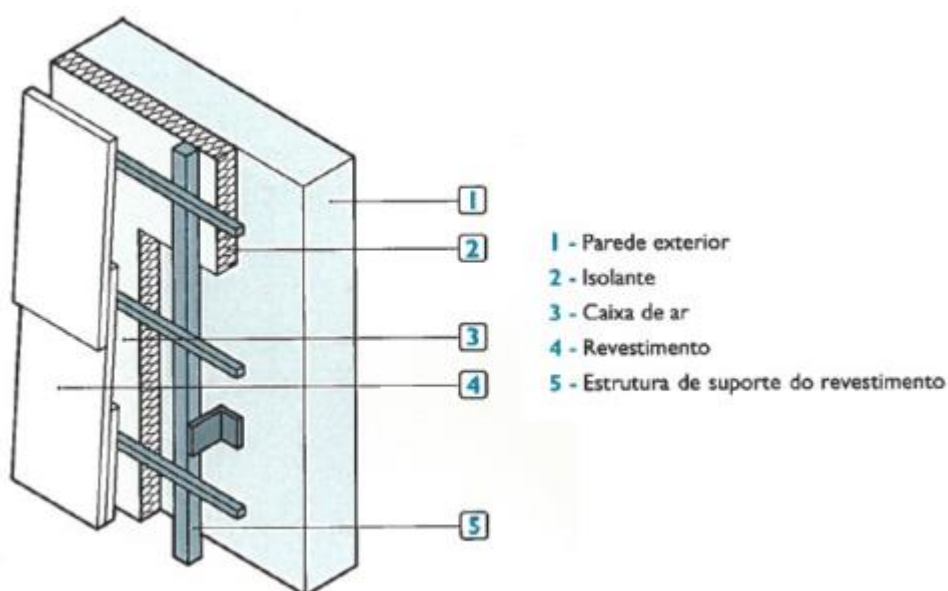


Figura 109 - Esquema representativo de revestimento de fachadas com isolamento (E. Em & De, 2010)

4.1.2.3. Paredes estruturais em adobe

No que diz respeito às paredes estruturais em adobe, as técnicas de reabilitação e reforço a serem usadas são as mesmas que se descreveram anteriormente nas paredes de alvenaria de pedra e tijolo, mas neste caso é preciso fazer-se uma atenção especial aos materiais a utilizar, uma vez os materiais compatíveis com as alvenarias de terra ainda estão em estudo, logo só materiais com propriedades parecidas devem ser utilizados (Lourenço, n.d.).

4.1.2.4. Técnicas de melhoria do isolamento de paredes (Tr et al., 2009)

Os edifícios tradicionais não apresentam qualquer isolamento nas paredes e como nos dias de hoje é bastante importante cumprirem-se as exigências de conforto higrotérmico dos edifícios, torna-se necessário isolarem-se termicamente as envolventes dos edifícios e alterarem-se as janelas de forma a serem minimizadas as trocas de calor com o exterior. Ao aplicar-se o isolamento existe uma redução das necessidades de aquecimento e arrefecimento que por sua vez levam a menores gastos de energia e menores riscos de ocorrência de condensações.

Em paredes deste tipo, os isolantes térmicos usados na sua reabilitação podem ser colocados na parte exterior ou interior das paredes. No que diz respeito a isolamentos térmicos aplicados no exterior, estes são adequados para edifícios que apresentam aparelhos de aquecimento permanentemente ativos, não deixando a temperatura descer abaixo de uns certos graus. Este tipo de isolamento mantém as paredes quentes e secas, aumentando desta maneira a resistência térmica e as suas capacidades de armazenamento de energia. Para além disto reduzem as perdas de calor nas zonas de pontes térmicas, não fazem perder espaço habitável e diminuem o risco da existência de condensações no interior das paredes.

Quando os rebocos se encontram degradados, pode ser feito um isolamento exterior através da aplicação de rebocos leves à base de argamassas com inertes de cortiça e poliestireno. Outra forma de isolamento reside na aplicação de placas rígidas, normalmente de poliestireno expandido, revestidas com argamassa, podendo recorrer-se a armaduras de aço distendido para um maior reforço, como se pode ver na figura 110. Para além disto, ainda podem ser aplicadas mantas flexíveis de isolamento térmico de lãs minerais, de lãs de rocha ou de fibras de vidro, cuja utilização é feita em casos de ressaltos nas paredes, rebaixos e cantos, onde a aplicação das placas rígidas é mais difícil. Após a colocação das mantas, faz-se o acabamento com rebocos de argamassa de cimento e areia ou com revestimentos à base de ligantes sintéticos, com ou sem armaduras de fibras.

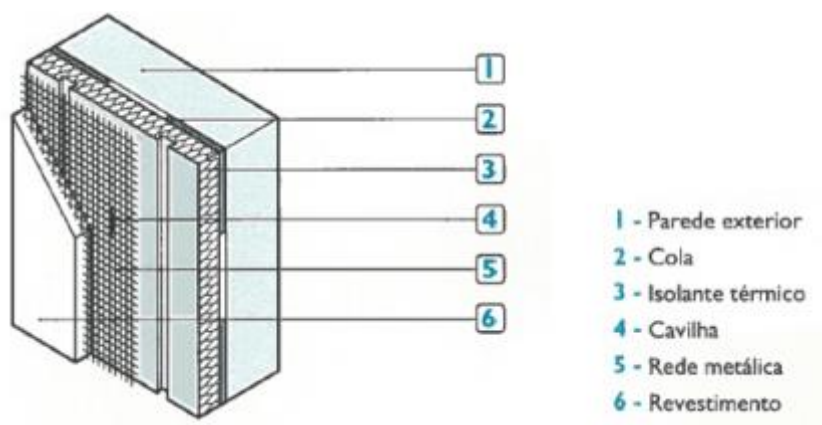


Figura 110 - Representação esquemática de um sistema de isolamento pelo exterior (E. Em & De, 2010)

Quanto aos isolamentos térmicos aplicados no interior do edifício, estes são mais utilizados em edifícios que não apresentam ocupação permanente, isto é, em que o aquecimento só está ligado em algumas partes do dia, ou em edifícios que o isolamento exterior implicaria algumas dificuldades no remate com vãos existentes. Esta técnica é mais simples de se executar e mais económica quando

comparada com a do isolamento pelo exterior, no entanto reduz o espaço habitável, não impede perdas térmicas e não evita condensações superficiais.

O isolamento pelo interior pode ser feito através de uma camada isolante de mantas flexíveis ou semi-rígidas de fibra de vidro, lã de rocha ou lã mineral, colocada na fachada e por cima da camada deve ser colocada uma contra-fachada. No caso de climas moderados é suficiente aplicar-se apenas uma contra-fachada, em placas de gesso cartonado ou madeira, formando desta maneira uma parede dupla. Uma outra solução também bastante utilizada é a aplicação de painéis isolantes de poliestireno extrudido.

As janelas também devem ser alteradas, aplicando vidros espessos ou duplos e caixilharias com cortes térmicos. No entanto, a melhor solução é a construção de uma nova janela e passar a ter-se caixilharia dupla.

No que diz respeito ao isolamento acústico dos edifícios tradicionais, este pode ser melhorado através das janelas, porque as paredes, devido à sua elevada espessura já apresentam um bom isolamento sonoro.

4.1.3. Paredes divisórias

As paredes divisórias, antes de se fazer qualquer tipo de intervenção, vai estudar-se o seu estado de conservação, tal como nas paredes estruturais, e dependendo do que se quer em projeto, vão-se definir as técnicas de reabilitação e reforço a aplicar. Como já foi referido anteriormente, no capítulo das anomalias, estas paredes não apresentam tantos problemas como as exteriores, uma vez que não estão expostas aos agentes climáticos e normalmente não se tratam de paredes estruturais. No entanto, quando estas se tratam de paredes com funções estruturais, as técnicas de reforço utilizadas são as mesmas retratadas anteriormente.

Segundo Appleton, 2011, as intervenções neste elemento construtivo apresentam algum peso na reabilitação devido as anomalias mas essencialmente às alterações induzidas nos edifícios. Tal como nos outros elementos construtivos, deve perceber-se primeiro a causa das anomalias, reparar as causas e depois se proceder à reabilitação das paredes divisórias. Normalmente as anomalias aparecem devido a cargas excessivas dos pavimentos que podem ser resolvidas através do reforço dos pavimentos; a degradação dos rebocos é outro tema preocupante, então deve ser reparado, com

ou sem reforço com armaduras; para além disto, os problemas devido a canalizações são outro problema a resolver.

Segundo outros autores, estas paredes são as que apresentam menos importância nos orçamentos de reabilitação, e quando apresentam anomalias, pode proceder-se ao reforço ou reconstrução dos tabiques de maneira a estes garantirem um melhor travamento das estruturas e uma maior durabilidade dos mesmos, ao melhoramento das ligações, ou mesmo à demolição destas. Por outro lado, ainda pode aplicar-se a técnica dos rebocos armados. Mesmo que as paredes não apresentem grandes anomalias, a demolição deste elemento é bastante comum, porque muitas vezes pretende-se fazer uma melhoria dos espaços do edificado (E. Em & De, 2010).

A reconstrução destas paredes normalmente é feita através das cruces de Santo André de modo a se conseguirem melhores ligações com os pavimentos e as paredes resistentes, como se pode ver na figura 111. No entanto, as soluções de gesso cartonado são as mais comuns na reabilitação de paredes divisórias que facilitam a aplicação de instalações elétricas e outras no seu interior, e ainda apresentam uma grande facilidade de transporte e montagem (Appleton, 2011).



Figura 111 – Reconstrução de paredes divisórias através da técnica de cruces de Santo André (Miguel & Rodrigues, 2010)

A reparação de fissuras, a reconstituição ou a substituição de partes ou peças das paredes também é comum, desde que se utilizem materiais que sejam compatíveis.

Pode ainda fazer-se um isolamento acústico neste tipo de paredes, através de cortiças ou outros materiais isolantes, uma vez que se tratam de paredes com reduzidas espessuras e sem qualquer tipo de isolamento. Para além disto, deve ainda ser feita uma proteção contra o fogo, na medida em que se tratam de paredes com elementos de madeira (Appleton, 2011).

4.1.4. Pavimentos

Para os pavimentos em soalho é importante em primeiro lugar fazer-se uma observação preliminar da sua orientação, de maneira a compreender-se a direção dos vigamentos (normalmente perpendicular à das tábuas de soalho) e o seu espaçamento. Em seguida deve ser feita uma observação direta da estrutura do pavimento, executando-se o levantamento de algumas tábuas de soalho, de preferência junto aos apoios das vigas de madeira nas paredes de suporte, com o objetivo de se identificar a espécie de madeira usada, as dimensões dos vigamentos e o seu espaçamento e, por outro lado, observar e registar o estado de conservação dos vigamentos e fazer a identificação dos elementos secundários do pavimento como por exemplo, dos tirantes, dos tarugos e de reforços. No caso dos edifícios estarem ocupados é normal fazerem-se estas observações a partir dos tetos (normalmente em zonas degradadas), de forma a não prejudicar tanto a funcionalidade da edificação.

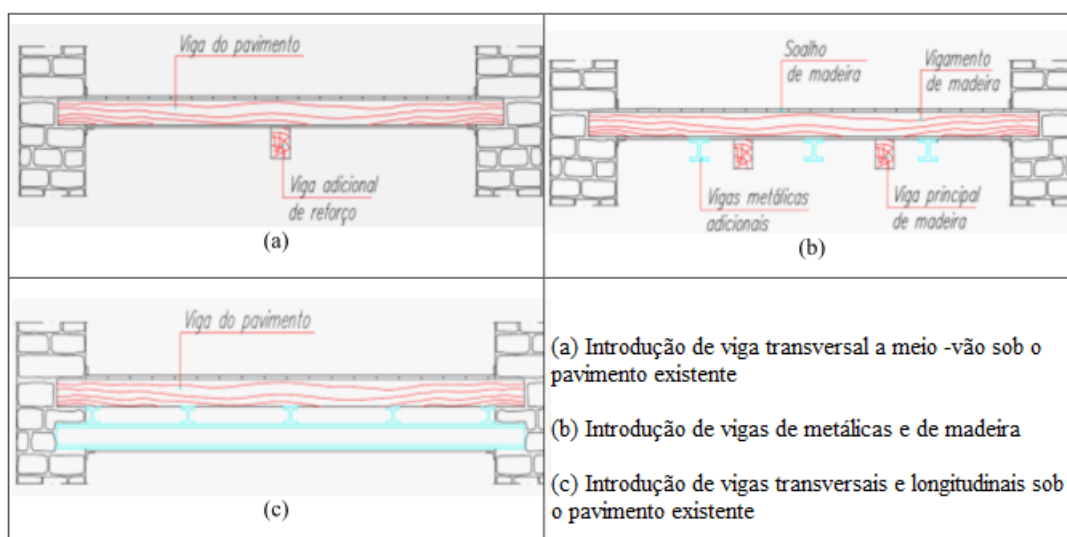
Com este tipo de inspeções consegue-se desenhar as plantas estruturais dos pavimentos, desenhos de pormenor e cortes construtivos que esclareçam as particularidades construtivas do pavimento. Estes desenhos são normalmente feitos tendo por base as plantas e cortes gerais do levantamento geométrico e mais uma vez devem ser registadas as anomalias e suas devidas localizações (Appleton,2011).

As anomalias dos pavimentos de madeira, como já foi referido anteriormente, aparecem essencialmente devido a presenças de humidade, a erros de projeto ou à fluência do material. A deterioração das ligações entre os pavimentos e as paredes estruturais são outro problema bastante preocupante na medida em que põe em causa a segurança dos próprios pavimentos, mas também da estrutura global do edifício, especialmente quando sujeita a ações sísmicas. Então, no que diz respeito às técnicas de reabilitação e reforço dos pavimentos de madeira estas normalmente incidem com o objetivo de melhoria do desempenho face a ações verticais ou dos pavimentos em geral ou face às ações sísmicas dos edifícios em geral (Raquel & Roseiro, 2012). Estas técnicas podem ser ainda aplicadas de uma forma pontual ou global nos pavimentos.

Quando se tratam de deformações acentuadas e da falta de capacidade resistente dos pavimentos face às ações verticais, devem ser primeiramente identificadas as origens destas anomalias. Se a causa são cargas excessivas, pode ser feito um rearranjo das cargas, transferindo os excessos para outras zonas do edifício, podem deslocar-se as cargas no próprio pavimento, ou então pode prever-se o seu escoramento para em seguida ser verificada a segurança do pavimento (Appleton,2011).

No caso destas deformações acontecerem devido à deficiente conceção ou execução do pavimento, o reforço pode ser feito através da adição de novas vigas, da manutenção do vigamento existente reforçando-o com elementos adicionais, ou através da reparação, substituição parcial ou reconstrução de troços das vigas.

A adição de novas vigas sob o vigamento existente, é considerado um dos métodos mais simples de resolver o problema das deformações, e trata-se da colocação de elementos transversais (vigas de madeira ou metálicas), que apoiam em paredes laterais ou em vigas longitudinais, como se pode ver nos esquemas da figura 112. No entanto, é uma técnica que só pode ser aplicada quando o edifício apresenta pé-direito suficiente e quando não existem tetos falsos, ou quando estes existem, não apresentam importância decorativa (Raquel & Roseiro, 2012).



As novas vigas podem ainda ser aplicadas a par das vigas existentes, pois desta forma consegue-se manter o pé-direito existente no piso inferior, mas neste caso é necessária a remoção do teto ou do revestimento do piso, à adaptação dos tarugos, caso estes existam e à abertura de paredes, como se pode ver no esquema da figura 113. Para se evitarem as aberturas das paredes que não são nada aconselháveis, pode-se colocar um apoio exterior através de um frechal de madeira ou de cantoneiras metálicas (Raquel & Roseiro, 2012).

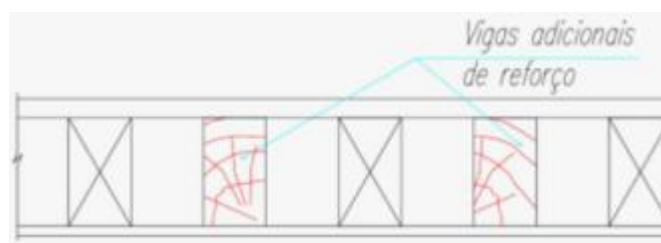


Figura 113 - Esquema representativo da introdução de vigas dispostas paralelamente às existentes (Raquel & Roseiro, 2012)

A manutenção do vigamento existente reforçando-o através da ligação de elementos adicionais, é uma técnica bastante usada, sendo que o acoplamento de novas peças de madeira de um ou ambos os lados das peças existentes, unindo-as através de pregos, parafusos ou cintas metálicas é a forma de manutenção mais simples, como se pode ver na figura 114. Esta solução tem como objetivo restabelecer a capacidade resistente em vigas enfraquecidas (pelo ataque de insetos ou de fungos de podridão), aumentando a inércia. Esta solução pode ser aplicada na zona dos apoios ou ao longo das vigas, cujos elementos novos a aplicar devem apresentar um teor de água semelhante ao da madeira existente. Esta técnica pode ser aplicada também sobre vigas com troços degradados, que consiste na fixação dos novos elementos na zona sã da viga através de pregos, parafusos ou com reforços com ligadores de chapa (Raquel & Roseiro, 2012).

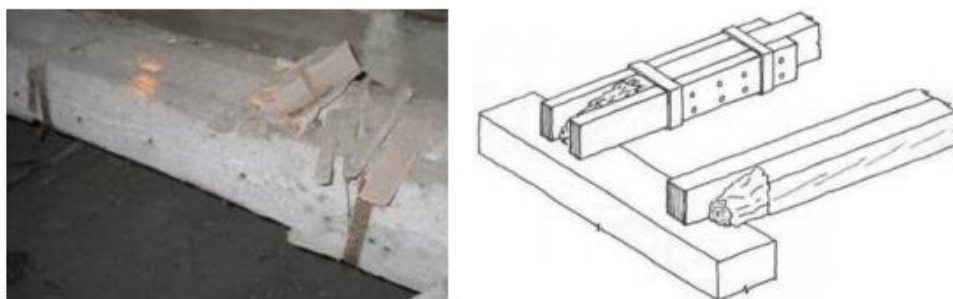


Figura 114 - Exemplo da aplicação de reforço das zonas degradadas com elementos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)

Este reforço dos pavimentos pode ainda ser feito através da introdução de elementos metálicos como chapas ou perfis, já que elevada resistência e rigidez, ligados através de parafusos de porca, como está representado na figura 115. Mas quanto à resistência ao fogo, os elementos de madeira suportam

temperaturas para as quais os elementos metálicos apresentam comportamento deficiente, pois a sua capacidade resistente diminui (Raquel & Roseiro, 2012).

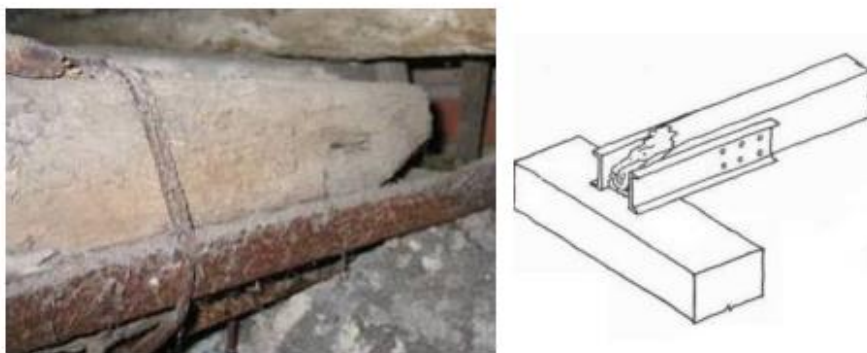


Figura 115 - Exemplo da aplicação de reforço das zonas degradadas com elementos metálicos (Ilharco & Pinho, 2008)

Esta solução, ao contrário da retratada anteriormente, não apresenta limitações arquitetónicas e não aumenta a espessura total dos pavimentos.

A reparação, substituição parcial ou reconstrução de troços de vigas consiste na substituição de partes degradadas por novas peças de madeira. É uma técnica que necessita da execução de um escoramento provisório da estrutura, nos casos em que a anomalia seja bastante generalizada. De seguida é feito o corte e a remoção da zona da viga danificada, e depois é instalado novo troço de madeira, que pode ser reforçado com peças metálicas como chapas de aço aplicadas a cada uma das faces laterais da viga. Este reforço também pode ser feito com elementos de madeira de modo a permitirem a continuidade entre o elemento de madeira antigo e o novo, como se pode ver na figura 116 (Raquel & Roseiro, 2012).

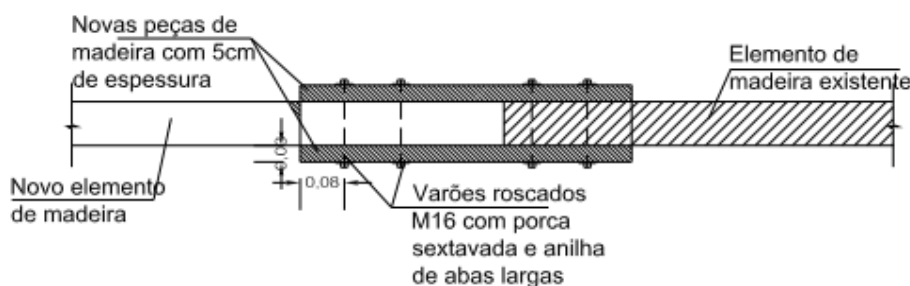


Figura 116 - Exemplo da substituição de troços reforçada com elementos de madeira (Ilharco & Pinho, 2008)

A reconstituição dos troços deteriorados trata-se de uma solução de reparação de zonas das vigas afetadas por fungos de podridão ou pelo ataque de insetos, que consiste na substituição dos destes troços, por outros realizados com argamassa epoxídica ou à base de resinas de poliéster, moldada por peças de madeira que constituem uma cofragem perdida e uma proteção ao fogo, como se pode ver no esquema 117 (Raquel & Roseiro, 2012).

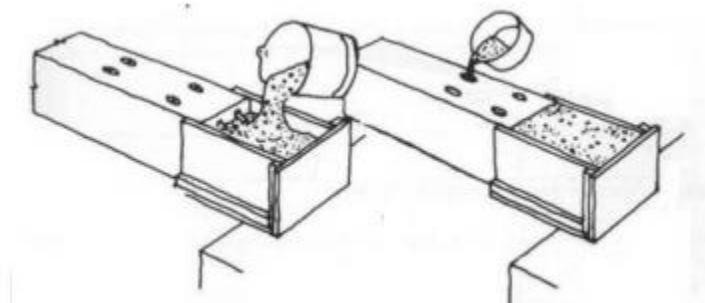


Figura 117 – Representação esquemática da reconstituição de troços com argamassas epoxídica ou à base de resinas de poliéster (Ilharco & Pinho, 2008)

A melhoria do desempenho face às ações sísmicas tem como objetivo a melhoria do comportamento dos pavimentos de madeira, funcionando assim como componentes de contraventamento dos edifícios perante as ações dos sismos. As técnicas descritas atrás, que envolvem introdução de novas vigas paralelamente ou transversalmente às existentes e as que visam reforçar as zonas dos apoios, são soluções que contribuem para o reforço global do edifício na medida em que melhora as ligações do pavimento à parede.

Para além dessas, as ligações pavimento-parede podem ser reforçadas através de chapas de aço ou ferrolhos, como se pode ver no esquema da figura 118. Os ferrolhos são normalmente pregados às vigas dos pavimentos nas suas faces e ancorados nas paredes de alvenaria. Quanto às chapas de aço, estas são fixadas diagonalmente às vigas do pavimento sob o soalho e ancoradas às paredes transversais paralelas às vigas de madeira.

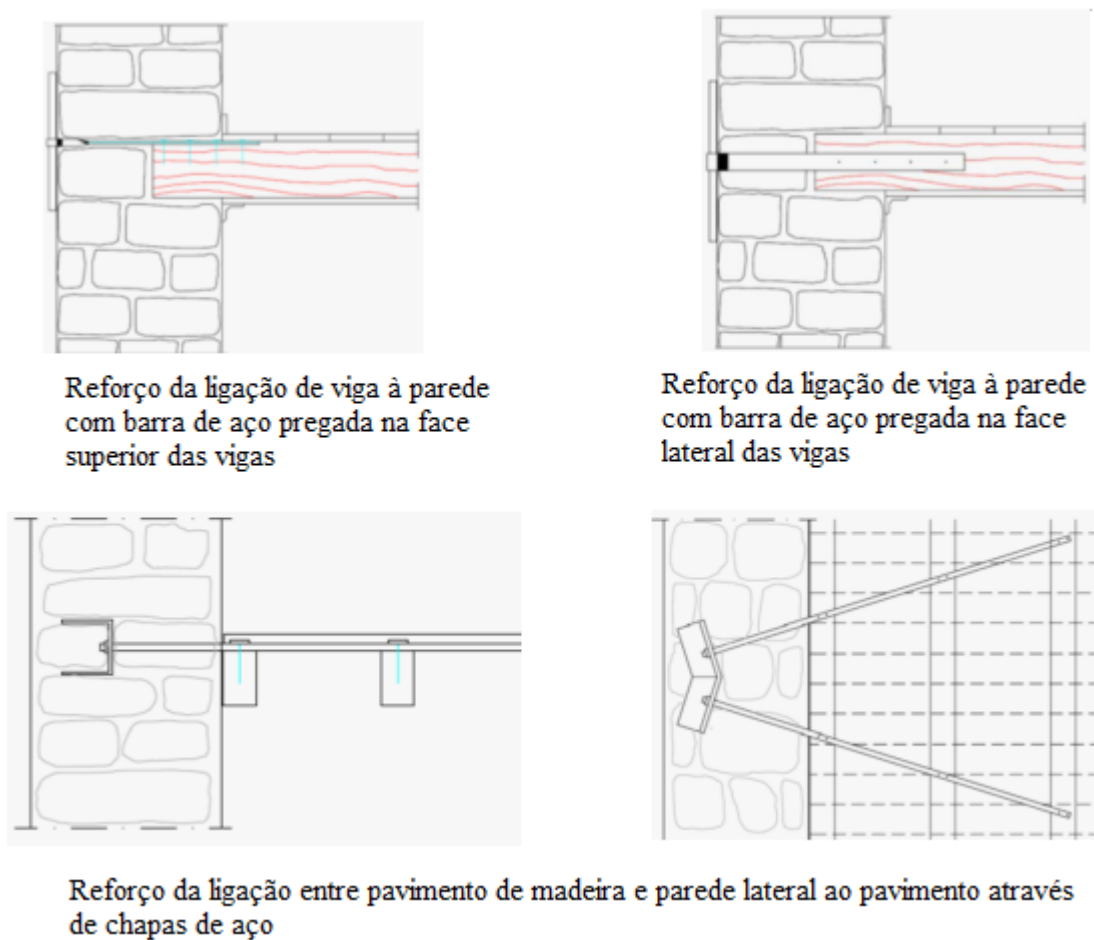


Figura 118 – Representações esquemáticas das técnicas de reabilitação de pavimentos de madeira na zona da ligação pavimento-parede (Raquel & Roseiro, 2012)

Para além das melhorias das na ligação pavimento-parede, torna-se importante aumentar a rigidez dos pavimentos no seu plano, garantindo deste modo que os pavimentos funcionem como diafragmas. Esta melhoria pode ser feita de várias maneiras, mas deve evitar-se sempre o aumento da massa da estrutura. Torna-se importante também fazer o tarugamento dos pavimentos de maneira a melhorar-se a distribuição dos esforços horizontais pelas paredes em que o pavimento se apoia, como se pode ver na figura 119.



Figura 119 - Exemplo de tarugamento de pavimentos (Raquel & Roseiro, 2012)

O aumento da rigidez dos pavimentos no plano pode ser feito através da aplicação sobre o soalho, de elementos de madeira maciça ou placas de derivados de madeira, de chapas metálicas, de faixas de materiais compósitos de polímero reforçado com fibras ou ainda de camadas de betão armado, obtendo-se pavimentos mistos de madeira-betão (Raquel & Roseiro, 2012).

Quanto aos pavimentos com estruturas de alvenaria (sobre abóbadas), os trabalhos de inspeção são parecidos com os referidos para as paredes, sendo feito em primeiro lugar o levantamento e desenho dos arcos e abóbadas e em seguida a medição de espessuras. Para se medirem as espessuras, é feito um levantamento das placas de revestimento e é aberto um furo no pavimento que também serve para se fazer a identificação das características construtivas. Nesta secção vão-se incluir os pavimentos realizados à custa de arcos e abóbadas de alvenaria, com ou sem elementos secundários de madeira, e os pavimentos mistos de alvenaria e ferro (Appleton, 2011).

Os pavimentos com elementos de ferro apresentam como anomalias mais preocupantes a corrosão do ferro, quer nas zonas de apoio, quer nas zonas correntes. As soluções a adotar dependem essencialmente do grau de gravidade da deterioração registada.

Em caso de corrosão superficial, deve verificar-se até que ponto está danificada a viga, e se esta só registar apenas até 10% de perda de secção e se não apresentar outras anomalias como a insuficiência de secções, a sua reparação deve ser feita através da eliminação das zonas oxidadas. Esta eliminação pode ser feita através da escovagem com escova de aço manual ou mecânica até que o material apareça são. Depois deve ser aplicado um primário e duas ou três demãos de pintura com tintas à base de poliuretano ou resinas epoxídicas, de modo a fazer-se a proteção anti-corrosão das peças (Appleton, 2011).

Nos casos em que o problema possa ser resolvido sem remoção dos elementos e se pretenda apenas aumentar a sua resistência, estes podem ser reforçados com chapas ou perfis metálicos aparafusados

ou também colados com resinas epoxídicas. No entanto, a opção de colagem não é muito viável no que diz respeito à exposição ao fogo, logo é complementada normalmente com parafusos. Quando é necessária a substituição de partes de vigas metálicas do pavimento, é necessário o escoramento, tal como acontece nos pavimentos de madeira (Appleton,2011).

Nos pavimentos com estrutura de alvenaria, as principais anomalias são as aberturas de fendas, que estão relacionadas com problemas associados a movimentos e cedências dos apoios dos arcos e abóbadas. Para se resolverem estes problemas podem ser aplicadas as técnicas de consolidação de fundações e de paredes, descritas anteriormente. Outra forma de reabilitação destes pavimentos, pode ser, resolver a causa através da aplicação de tirantes por exemplo, e depois reconstituir a estrutura através de injeções na fenda ou reconstrução local da fenda (Appleton,2011).

O reforço estrutural destes pavimentos para se fazer face a cargas verticais ou a ações sísmicas, é feito através das técnicas utilizadas nas paredes de alvenaria, sendo o encamisamento inferior pouco viável devido à estética das abóbadas, mas pode ser usado quando se tratam de intervenções que permitem a modernização. Normalmente o reforço é feito na parte superior, aplicando no extradorso um arco de betão, como se pode ver na figura 120. Contudo esta solução só deve ser usada em condições de degradação estrutural bastante acentuada (Appleton,2011).

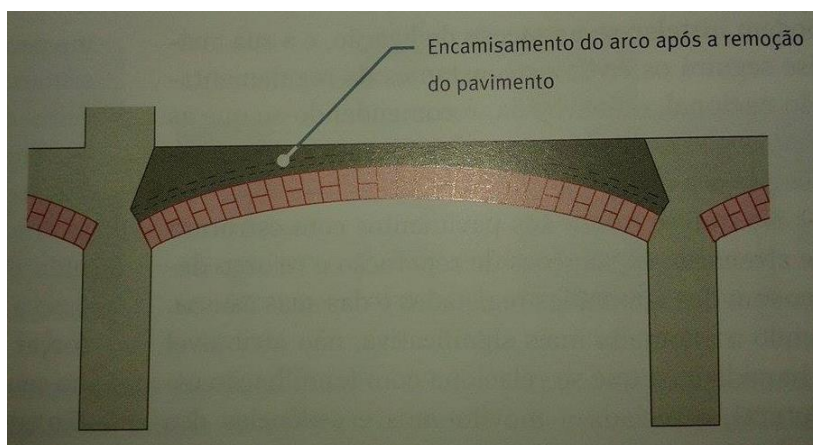


Figura 120 - Representação esquemática do encamisamento de pavimento com estrutura de abóbada (Appleton,2011)

4.1.5. Coberturas

As coberturas são geralmente o elemento construtivo mais fácil de reconhecer uma vez que os diferentes elementos se encontram acessíveis a uma observação direta. O reconhecimento da estrutura das coberturas inclui o desenho a partir de medições, cujo grau de dificuldade aumenta quando se tratam de estruturas que sofreram várias reparações e reforços ou então quando apresentam formas estruturais muito complexas e desorganizadas. Torna-se importante medir também as inclinações e deformações dos diferentes elementos da estrutura principal e secundária e registar o seu estado de conservação, bem como das suas ligações de apoio (Appleton,2011).

Das coberturas, deve ser então feito um desenho esquemático das estruturas principais com o apontamento das dimensões de cada peça, o seu estado de conservação, as anomalias observadas e o seu grau de importância. Habitualmente é neste desenho que também se incluem informações e um registo fotográfico sobre os revestimentos, nos quais se apresentam os tipos de telha, as formas, os larós e rincões, os beirados, as telhas especiais, os mouriscados, o estado de conservação e limpeza do telhado e as características e anomalias dos sistemas de drenagem e de águas pluviais (Appleton,2011).

Como já foi dito no capítulo das anomalias, as coberturas apresentam uma grande deterioração devido fundamentalmente à sua elevada exposição aos agentes climáticos, então a perda de estanquidade, a deformação excessiva e a deterioração dos seus elementos são as anomalias mais comuns. Normalmente o estado de conservação das coberturas é mau, então quando se tratam de intervenções médias ou profundas, a reabilitação é feita através da substituição total da cobertura.

Já que a estrutura das coberturas inclinadas é construída essencialmente com os mesmos materiais que os pavimentos de madeira, grande parte das técnicas de reabilitação e reforço descritas anteriormente para os pavimentos, são aplicáveis para este elemento construtivo, então, por este motivo não serão tão aprofundadas uma vez que já foram referidas.

Nos casos de secção insuficiente, que pode originar rotura ou deformações excessivas dos elementos, as técnicas a aplicar podem ser o reforço da madeira através do aumento da secção com nova madeira, ou com peças metálicas, tal como nos pavimentos; o reforço por aplicação de empalmes, substituindo a madeira degradada, que podem ser ou não ser reforçados por cavilhas coladas com resinas epoxídicas e cintas metálicas como se mostra no esquema da figura 121 (Antigos, 2007b).

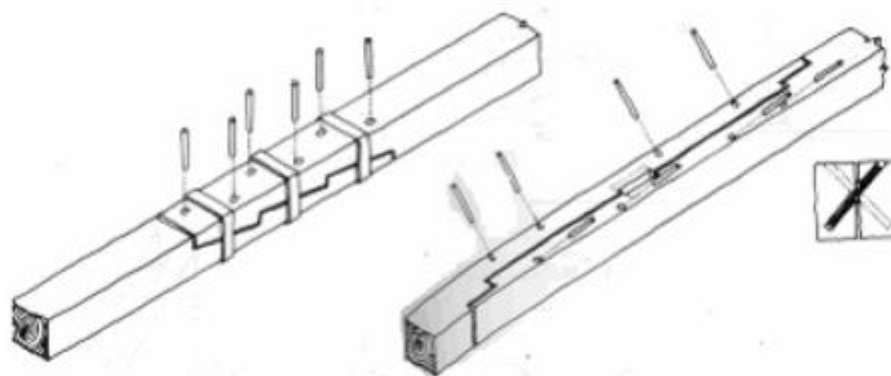


Figura 121- Reforço de elementos de madeira através de empalmes reforçados (Antigos, 2007b)

Tem-se ainda o reforço através da aplicação de resinas de epoxídico e varões embebidos, ou com armaduras longitudinais de laminados de fibras de carbono ou chapas de aço como se apresenta na figura 122 (Antigos, 2007b).

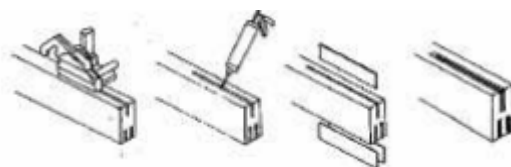


Figura 122 - Representação esquemática da aplicação de reforço de elementos de madeira com armaduras longitudinais (Antigos, 2007b)

Podem ainda ser colocados tirantes metálicos na parte inferior das peças de modo a permitirem uma redução da deformação das peças, melhorando deste modo as tensões na madeira. A substituição de elementos de madeira por perfis metálicos, ou a reparação por substituição por outros materiais são outros métodos bastante comuns. Para além disto, podem ser aplicados novos elementos estruturais adicionais de madeira de modo a serem reduzidos os esforços atuantes em determinados elementos (Antigos, 2007b).

As falhas nas uniões são outro problema preocupante, que pode ser resolvido através da reparação ou reforço dos nós de ligação por técnicas tradicionais, como por exemplo empalmes, parafusos, grampos ou cintagem. Pode também ser feita uma consolidação dos nós nas estruturas de madeira através de um reforço com peças de madeira coladas ou a consolidação das ligações com resinas epoxídicas, varões de aço e chapas metálicas. Para além disto, pode precisar de ser introduzido um novo apoio sobre a linha adjacente ao muro, como se pode ver na figura 123.

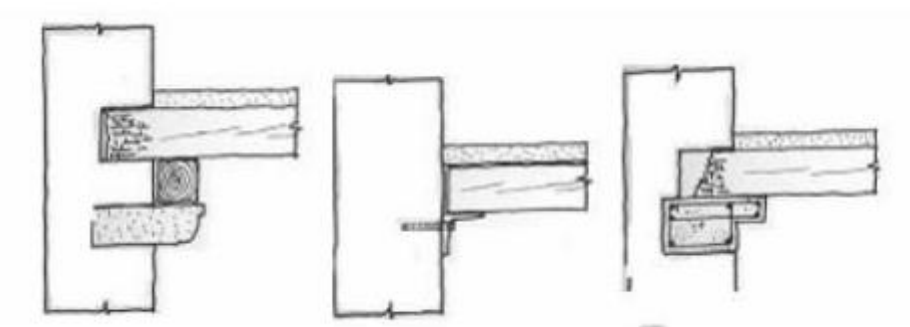


Figura 123 – Representação esquemática da introdução de novos apoios (Antigos, 2007b)

Entretanto também pode ser feito o reforço dos apoios com perfis metálicos, ou com próteses de argamassa de epóxico com ou se varões, tal como foi descrito para os pavimentos. Depois ainda pode ser feita a substituição de partes com recorrência a próteses como mostra no exemplo da figura 124, ou a consolidação dos nós com reforço através de barras coladas (Antigos, 2007b).



Figura 124 - Exemplo de substituição de zonas degradadas por próteses de madeira (Antigos, 2007b)

As deficiências no contraventamento, ou a sua inexistência, é outra anomalia frequente nas coberturas, que pode ser resolvida através do sistema de cruces de santo André ou com o sistema de escoras boneca. Tratam-se de técnicas bastante práticas e de simples execução com elementos de madeira como se pode ver na figura 125 (Antigos, 2007b).

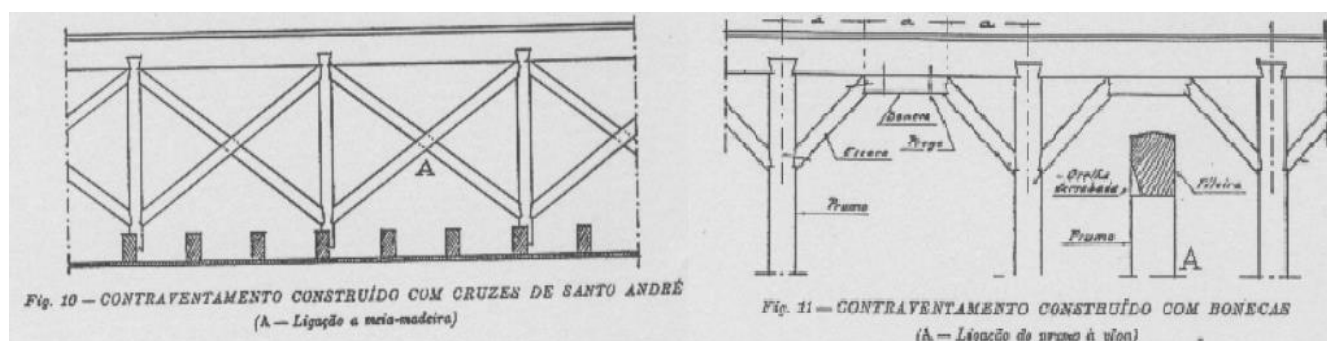


Figura 125 - Aplicação de cruzes de santo André e de escoras boneca para se resolverem problemas de contraventamento (Antigos, 2007b)

As fendas devem ser tratadas do mesmo modo que se descreveu nos pavimentos, com a ajuda de parafusos, a injeção de resinas epoxídicas, com adesivos epoxídicos e varões de reforço ou com barras inclinadas. Já as encurvaduras devem ser tratadas ao substituir-se a peça em questão ou com o acréscimo de novas peças de madeira (Antigos, 2007b).

É importante ainda serem referidos os seguintes aspetos, para se poder fazer uma boa reabilitação, que são: em caso de se utilizarem troços de madeira nova, esta deve ser da mesma espécie da existente; em caso de reforços locais de zonas degradadas, deve fazer-se atenção e preservar a rigidez inicial de modo a não se provocarem alterações significativas na distribuição de tensões; devem ainda ser evitadas concentrações de humidade nas zonas reforçadas; e por fim, devem ser evitadas soluções que comprometam a estrutura em relação ao fogo (Mestrado & Engenharia, 2009).

No que diz respeito às coberturas em terraço, estas normalmente estão associadas a estruturas em abóbadas como já se referiu em capítulos anteriores, então os procedimentos adotados são os mesmos referidos para os pavimentos complementados apenas com desenhos dos sistemas de drenagem das águas. No entanto, é importante referir que se tratam de coberturas que não resistem bem a impulsos não equilibrados, então a aplicação de tirantes a ligar as nascenças dos arcos, ou de contrafortes de modo a reforçar a rigidez das paredes de apoio das coberturas são os métodos mais comuns e com grande aplicabilidade nos dias de hoje. Quanto à fendilhação e desagregação das alvenarias, estas podem ser resolvidas através de técnicas de injeção ou reconstituição dos elementos com problemas. As anomalias que aparecem devido à presença de humidade devem ser resolvidas desde a raiz do problema, para tal devem ser adotadas soluções de estanquidade que podem interferir no revestimento, nos sistemas de drenagem ou nos sistemas de impermeabilização (Appleton, 2011).

4.1.6. Revestimentos e acabamentos

Os revestimentos e acabamentos são dos elementos que mais sofrem anomalias e que necessitam de maior manutenção devido ao facto de funcionarem como a “casca” do edifício, como já se tinha referido anteriormente. A falta de manutenção e a exposição aos agentes atmosféricos são os principais fatores que favorecem a degradação dos revestimentos (Tavares, 2011).

As intervenções nos revestimentos podem ser de conservação, feitas através de operações de manutenção, de reparação pontual ou de consolidação, ou então podem ser de remoção e substituição total ou parcial de elementos (Civil, 2010).

No entanto, antes de se intervir nos revestimentos de edifícios antigos tem que se ter em conta o seu valor histórico, arquitetónico e patrimonial, do edifício em si, e do próprio revestimento; por outro lado, deve ser verificado o estado de degradação dos elementos de revestimento, desde os tipos de anomalias ao grau em que se manifestam; deve ainda ser analisados o estado de conservação de suporte e a disponibilidades de meios como a mão-de-obra, as tecnologias a usar e o tempo e verbas disponíveis, de modo a ser decidido o método de intervenção (Couto, n.d.).

É preciso ainda ter-se em atenção às compatibilidades dos materiais, para não acontecerem degradações dos elementos pré-existent, para estes protegerem as paredes e serem duráveis de modo a contribuírem para a durabilidade do conjunto. Por outro lado, as soluções a aplicar não devem prejudicar a apresentação visual ou descaracterizar o edifício (Civil, 2010). Na figura 126 estão representados alguns exemplos de incompatibilidade de materiais e descaracterização de edifícios.



Figura 126 – Exemplos de incompatibilidade de materiais e de descaracterização de edifícios (Civil, 2010)

Uma forma de reabilitação dos revestimentos das paredes pode ser a substituição total ou parcial dos rebocos ou dos azulejos para paredes exteriores, ou dos rebocos e forros de madeira no caso das paredes interiores. A substituição total aplica-se em casos de elevada degradação ou nos casos em que sejam necessárias intervenções profundas dos elementos estruturais. Os rebocos armados são uma solução bastante aplicada nestes casos, como já foi referido anteriormente, ou os revestimentos com elementos de isolamento. No entanto a substituição deve ser a última opção, pois em casos de poder ser aplicada uma conservação através de manutenções ou reparações pontuais, ou uma consolidação através da restituição da aderência e da coesão dos revestimentos, são sempre melhores opções, do que a substituição de materiais (Couto, n.d.).

No caso de substituição dos rebocos é necessário ter-se especial atenção mais uma vez às compatibilidades, podendo normalmente ser aplicadas argamassas de cimento e cal aérea, argamassas de cal hidráulica, argamassas de cal hidráulica e aérea, argamassas de cal aérea com adições de pozolanas naturais, de cinzas volantes, de sílica-fumo, entre outros, argamassas de cal aérea pura ou com adjuvantes, argamassas pré-doseadas ou argamassas de ligantes especiais. Como se pode constatar, as variedades de argamassas são imensas, e estas são escolhidas dependendo das características dos materiais de suporte e das condições envolventes (Civil, 2010).

Para além disto, é preciso ter cuidado com as tintas a utilizar, uma vez que se estas forem impermeabilizantes, podem gerar problemas de empolamentos e destacamentos, uma vez que não deixam a parede “respirar”.

Os sais solúveis são outro problema no revestimento das paredes que pode ser prevenido através de uma boa escolha dos materiais ou através de uma manutenção regular dos edifícios que evitem a entrada de águas, ou então pode ser resolvido através da remoção dos materiais contaminantes (Sais, Em, & Antigos, 2012).

Quanto aos pavimentos, aplicam-se as mesmas regras de intervenção descritas para as paredes, tendo sempre em atenção a compatibilidade dos materiais.

A reabilitação dos revestimentos dos tetos, tal como a das paredes e dos pavimentos, pode ser feita através da conservação e manutenção do revestimento, da consolidação das superfícies, da substituição parcial com revestimentos semelhantes aos antigos, ou em último recurso, da remoção e substituição total do revestimento (E. Em, 2010).

As técnicas de conservação podem ser por exemplo a limpeza, que serve para remover manchas provenientes de bolores, fungos, ferrugem, sais solúveis, fumos ou poeiras, e pode ser feita com jatos de ar a baixa pressão, com água, a laser ou química. Já os trabalhos de consolidação, são

normalmente aplicados em estuques, e destinam-se á correção de anomalias como a falta de aderência ou a falta de coesão dos revestimentos. A figura 127 mostra um exemplo de consolidação através da injeção de argamassas à base de cal (E. Em, 2010).



Figura 127 – Exemplo de consolidação de revestimentos através de injeção (E. Em, 2010)

Em intervenções mais profundas, pode ser necessária a reparação dos tetos, ao nível do sistema de suporte, e neste caso os revestimentos serão novos. No entanto, quando se trata de remoção de estuques ornamentados deve ser feita com especial atenção de modo a se poderem executar cópias para a reconstrução e para além disto, após aplicação dos estuques deve ser feito um endurecimento e conservação da superfície através de um tratamento especial (E. Em, 2010).

A reparação das fissuras, em casos de microfissuração pode ser feita através do uso de uma massa pré-doseada e em casos de fissuras largas é aconselhável a utilização de pastas de cal ou de vermiculite. Para além disto, pode ainda ser feito um preenchimento de lacunas ou a substituição de superfícies (E. Em, 2010).

A reabilitação dos revestimentos das coberturas, pode ser feita através de uma limpeza, que se trata de uma técnica de manutenção e de reparação curativa, que serve para limpar os agentes biológicos, poeiras e vestígios de folhas ou outros lixos que se acumulam nos telhados. Nesta limpeza estão incluídos os revestimentos e os sistemas de drenagem. Depois de uma boa limpeza é aconselhável a aplicação de hidrofugante que serve para tornar os materiais impermeáveis. Nas coberturas que apresentam materiais metálicos deve ser feita uma remoção da corrosão e um novo restabelecimento das proteções anticorrosivas. Outras técnicas de reparação curativa são a reparação dos elementos de estanquidade, como telhas partidas, elementos mal colocados, etc., e o melhoramento das fixações de plástico, metálicas ou de fibrocimento, que servem para além de fixar os elementos de revestimento,

para evitar grandes presenças de argamassas que trazem bastantes problemas de concentração de humidade (Do, Manuel, Co, & Cardoso, 2009). Na figura 128 estão representados exemplos de fixações de revestimentos de coberturas.



Figura 128 – Exemplos de melhoramento de fixações dos revestimentos das coberturas (Do et al., 2009)

Como já foi referido anteriormente, a falta de ventilação é um grande problema deste elemento construtivo, mas que pode ser resolvido com a aplicação de telhas ou de acessórios de ventilação, que são desenhados de maneira a deixar passar o ar, com difícil passagem de água. Os remates e alguns pontos singulares também podem apresentar problemas, então pode ser feita a sua reparação localizada, como por exemplo de uma cumeeira ou de uma caleira lateral (Do et al., 2009).

Outra solução de manutenção, mas que implica o levantamento dos revestimentos é a aplicação de subtelhas que permite aumentar a estanqueidade, e melhorar o isolamento térmico, acústico e a ventilação da cobertura, como está representado na figura 129. Normalmente é sempre aplicada uma grelha na zona do beiral de modo a não deixar entrar animais nas zonas das subtelhas (Do et al., 2009).



Figura 129 - Exemplo de aplicação de subtelha (Coberturas, 2009)

Para além disto pode ser feita a substituição e reposição total ou parcial dos telhados, com novos materiais, ou não. Normalmente quando se faz a renovação total do telhado já são utilizados materiais como a telha, ripado de madeira, perfis metálicos, pregos, ganchos de fixação, argamassas em curtos

fios, forros e subtelhas (Coberturas, 2009). Na figura 130 estão representados exemplos de revestimentos de coberturas inclinadas.



Figura 130 - Exemplos de reabilitação de revestimentos de coberturas inclinadas (Coberturas, 2009)

O isolamento térmico nos dias que correm é importantíssimo e é comum nas técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais, uma vez que é quase sempre inexistente. No caso das coberturas é aplicado na sua parte inferior como se pode ver no esquema da figura 131.

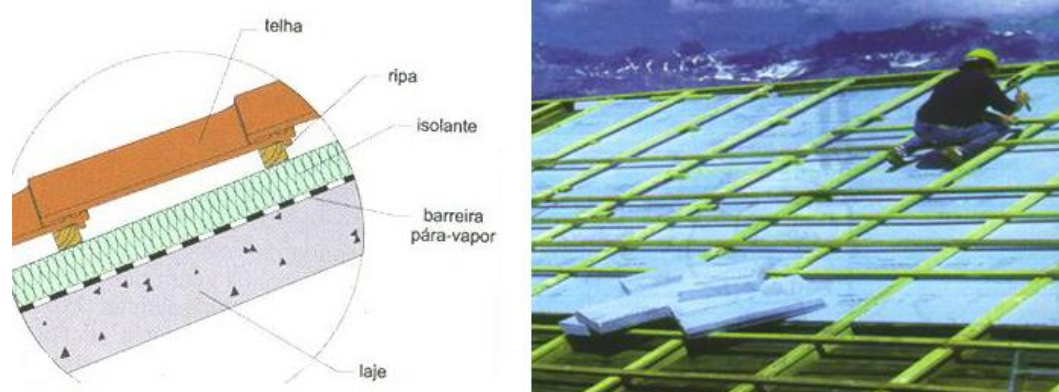


Figura 131 - Exemplo de aplicação de isolamento térmico nas coberturas (Coberturas, 2009)

Os revestimentos das coberturas planas devem ser tratados da mesma forma que os pavimentos em lajedos de pedra ou ladrilhos cerâmicos, em que neste caso podem ser reforçados com isolamentos térmicos, ou impermeabilizações. Para além disto deve fazer-se especial atenção aos sistemas de drenagem para que estes se apresentem limpos e com um funcionamento correto, uma vez que estes se tratam dos principais elementos de conservação das coberturas deste tipo.

4.2. Estrangeiro

No estrangeiro, tal como em Portugal, as intervenções nos edifícios tradicionais dependem essencialmente das normas de cada país no que diz respeito à proteção do património arquitetónico. Para além disto, as técnicas a utilizar também estão dependentes, como é lógico, do estado de conservação de cada edifício.

O que se deparou com as entrevistas e pesquisas feitas, é que nos países estrangeiros, também não existem manuais ou normas que apresentem as técnicas de reabilitação de edifícios antigos, uma vez que para descrever tudo, iam ser manuais bastantes exaustivos, e com imensos casos de estudo, porque cada edifício tradicional tem a sua forma de ser tratado. No entanto já existem alguns manuais, como o *“RehabiMed Method Traditional Mediterranean Architecture”*, *“MANUAL PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA, Colômbia”*, entre outros, que por vezes são manuais simples mas que apresentam alguma parte do que existe nos países, em termos de edifícios e anomalias e algumas das técnicas de reabilitação e reforço.

Pode dizer-se que para os edifícios tradicionais estrangeiros, o que importa essencialmente é a experiência e é aqui que muitos diferem dos edifícios portugueses, uma vez que normalmente estes países investem em empresas especializadas na área, sendo a experiência o seu melhor método de obter conhecimentos. Estas empresas normalmente são de pequena dimensão, com grande mobilidade, disponibilidade de mão de obra especializada das diferentes áreas de intervenção, disponibilidade de equipamentos modernos e adaptados aos edifícios tradicionais (Appleton,2011).

Neste ponto vão então descrever-se apenas algumas técnicas de reabilitação e reforço de edifícios de cada país citado anteriormente no estrangeiro, uma vez que muitas das técnicas também já são utilizadas em Portugal e já foram descritas anteriormente, então serão apenas referidas de uma forma geral.

4.2.1. Alemanha (Nachwachsende, n.d.)

Neste país, quando se fala em reabilitar, já se tem bastante presente a ideia de manutenção, como uma nova pintura ou reparações no telhado, no entanto para alguns edifícios que já se encontrem degradados, essas ações não são suficientes. Por outro lado, a aplicação de isolamentos quer nos

telhados quer nas paredes é outro ponto crucial nas intervenções de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais.

Os materiais a utilizar na reabilitação destes edifícios são normalmente a pedra natural, a argila, o tijolo, a cal, a madeira e a palha, de maneira a se conseguir compatibilidade entre os materiais novos e os existentes e para ajudar na proteção ambiental, uma vez que se tratam de materiais naturais. Entretanto existem muitos materiais que já foram e estão a ser testados neste país, como por exemplo argamassas e tintas, que são criados à base de materiais naturais bastante interessantes de ser usados nas técnicas de reabilitação.

A falta de isolamento térmico é uma das anomalias mais preocupantes neste país, sendo normalmente a madeira e a cortiça dos isolantes mais usados, no entanto quando estes são complementados com palha, lã, linho ou mesmo materiais à base de ervas secas, conseguem um isolamento muito melhor e importante neste país. Para além destes podem ser utilizados materiais como lã de vidro ou poliestireno, mas que se têm tentado reduzir devido ao consumo de energia na produção destes materiais ser mais elevado quando comparado com os outros naturais. Normalmente este tipo de isolamento é colocado no exterior das paredes resistentes, como se pode ver na figura 132, mas podem existir casos em que o isolamento pode ser feito pelo interior.



Figura 132 - Exemplos de aplicação de isolamento térmico nas paredes (Nachwachsende, n.d.)

É importante ainda referir que todos estes materiais são feitos de acordo com as normas de proteção contra o fogo, que se tratava de outra “anomalia” bastante comum nos edifícios tradicionais alemães. Para além disto os sistemas de aquecimento estão normalmente ligados aos sistemas de isolamento, uma vez que é bastante comum o uso do aquecimento nos pavimentos, ou mesmo nas paredes.

As paredes interiores, depois de serem corrigidas as causas para as suas anomalias, são normalmente revestidas com placas de gesso, de modo a serem “escondidas” as anomalias que já apresentavam,

como por exemplo as fissuras. No que diz respeito às paredes exteriores, quando não é realizado o isolamento pelo exterior, estas são normalmente rebocadas com argamassas pobres e pintadas, sendo aplicados produtos de proteção contra o fogo nos elementos de madeira.

No que diz respeito à estrutura das coberturas, estas normalmente apresentam um estado tal que a melhor forma de as reabilitar é construindo umas novas, no entanto o isolamento destas é bastante importante e feito com materiais à base dos que foram referidos para as paredes (figura 133). Quanto ao seu revestimento, são normalmente aproveitadas peças em bom estado e repostas novamente, mas tendo uma especial atenção na ligação entre estas e a estrutura do telhado, tal como acontece nos telhados de Portugal, com os novos elementos de ligação.



Figura 133 - Exemplos de aplicação de isolamentos em coberturas (Nachwachsende, n.d.)

As formas de aplicação de isolamento são imensas neste país, sendo que já existe uma espécie de manual com as várias formas e materiais utilizados na aplicação de isolamento nestes edifícios, mas que não podem ser descritas todas nesta dissertação devido à sua imensidão, então deixa-se a referência de que existem.

As infiltrações nas paredes através de ascensão por capilaridade ou mesmo devido aos agentes climáticos é outro problema bem investigado no que diz respeito à reabilitação e reforço de edifícios tradicionais alemães, sendo que para além das técnicas referidas para os edifícios portugueses no que diz respeito à impermeabilização das águas provenientes do terreno, ainda se podem apresentar outras.

Então neste país são comuns a aplicação de técnicas de drenagem ou não dos solos, uma vez que esta não deve ser aplicável a todos os tipos de solo e impermeabilização através de uma manga impermeabilizante como se pode ver na figura 134.

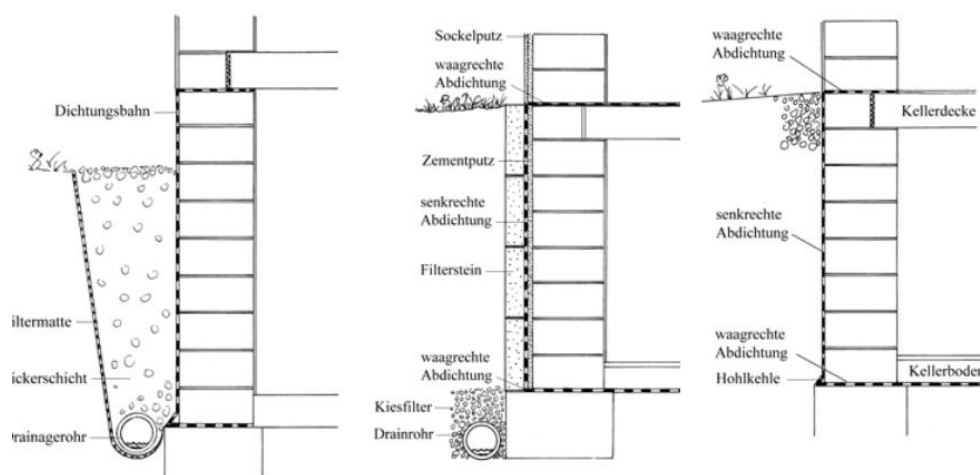


Figura 134 - Exemplo de impermeabilização de fundações (Nachwachsende, n.d.)

Para complementar ou não os sistemas de impermeabilização também se pode recorrer a uma secagem térmica dos paramentos (figura 135), mas trata-se de uma técnica aplicada mais a monumentos devido aos seus elevados custos.



Figura 135 - Exemplo de aplicação da técnica de secagem térmica (Nachwachsende, n.d.)

Quando se pretende um melhor isolamento dos pavimentos térreos, estes acabam por ser normalmente substituídos por um pavimento construídos com uma camada de cascalho e cal, uma camada de areia e uma camada de tijolo ou taipa, como se apresenta representado no esquema da figura 136. Entretanto podem ser aplicadas técnicas mais complexas com outros materiais ou isolamentos térmicos e acústicos, cujas soluções são tantas que mais uma vez só se vai fazer referência de que estas existem.

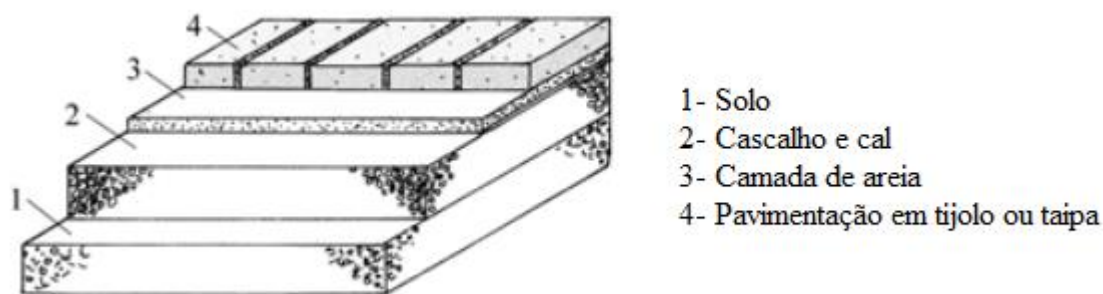


Figura 136 - Representação esquemática de piso térreo (Nachwachsende, n.d.)

Os pisos elevados normalmente também são reforçados, quer a sua estrutura, quer o seu isolamento acústico que é outro problema que apresenta. A figura 137 mostra um método de reforço e reabilitação destes pavimentos, mas entretanto existem várias formas.

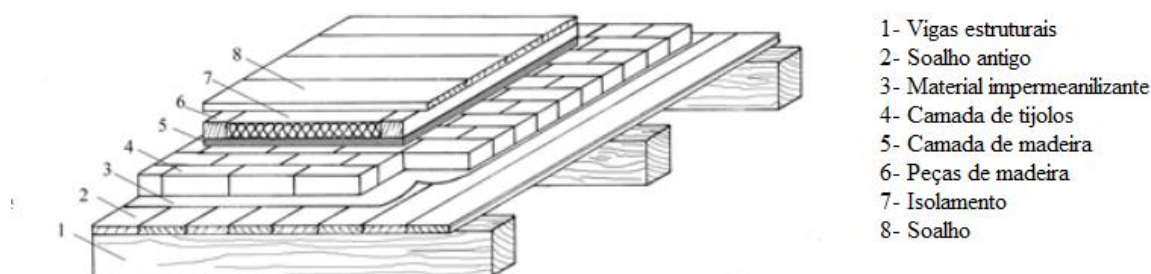


Figura 137 - Exemplo de reabilitação e reforço de pavimentos elevados (Nachwachsende, n.d.)

Quando se faz uma reabilitação profunda destes edifícios, é comum também a troca das janelas e das portas, por outras que apresentem melhores condições de isolamento. No entanto as técnicas de reabilitação como por exemplo a consolidação de fundações ou de paredes, ou então de reparações e reforço de coberturas ou pavimentos também são aplicadas neste país, das quais se vão referir nas semelhanças e diferenças, não sendo importante referi-las agora.

4.2.2. Itália

Nos edifícios tradicionais italianos, as técnicas de reabilitação e reforço dos elementos de fundações seguem os mesmos ideais descritos para os edifícios portugueses, podendo passar pela reabilitação e reforço dos solo, das próprias fundações ou do próprio edifício. No entanto foi neste país que foram melhor estudadas as técnicas de reabilitação e reforço ligadas ao uso de estacas ou microestacas, ou

seja, o mais provável é que as técnicas de reabilitação e reforço deste tipo que foram descritas para Portugal, advêm de estudos em edifícios italianos (Sicurezza et al., 2007). Quanto normas de diagnósticos do estado dos edifícios tradicionais, este país já apresenta algumas e uma boa descrição de métodos a utilizar.

No que diz respeito a infiltrações através de águas que provêm dos terrenos ou mesmo dos canais, são usados os mesmos métodos de impermeabilização e drenagem (não funciona nos canais) referidos para os edifícios alemães. Para além destes, os referidos para os edifícios portugueses também são comuns nos edifícios tradicionais italianos. Nos casos de ascensão de humidade, por capilaridade, para além dos casos descritos anteriormente, esta pode ser minimizada a partir da redução da superfície de contacto com os solos, ou a criação de uma zona de ventilação através da construção de arcos de fundação, como se pode ver na figura 138 (Integrata et al., 2005).

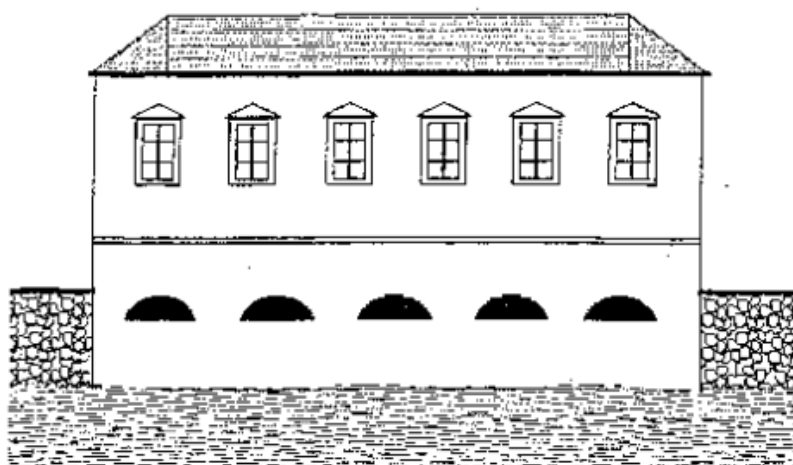


Figura 138- Exemplo de técnica de redução de ascensão de humidade por capilaridade (Integrata et al., 2005)
Outro método de remoção de humidades deste tipo pode ser o sistema de electro osmose, que através da inserção de uma fonte de alimentação elétrica, consegue-se a transferência da água para outro ponto, que funciona como está representado no esquema da figura 139 (Integrata et al., 2005).



Figura 139 - Exemplo de aplicação do sistema de electroosmose (Integrata et al., 2005)

Os problemas de condensação são outros bastante importantes e muito comuns nos edifícios tradicionais italianos. Estes conseguem ser resolvidos normalmente a partir da aplicação de isolamento no exterior dos edifícios, que através da minimização das diferenças de temperaturas exterior e interior se consegue controlar de certa forma as condensações. Os métodos utilizados nestes casos são idênticos aos referidos para Portugal (Integrata et al., 2005).

Os sais solúveis são outro problema bastante presente nos edifícios principalmente de Veneza cujas técnicas de reabilitação passam pela escovagem das eflorescências, pela remoção dos materiais contaminantes, pela remoção eletroquímica dos sais, pelo uso de micro-organismos que atuem sobre os sais ou por modificadores de cristalização. Para além disto deve ser feita muita atenção à utilização de novos rebocos e um controlo de humidade e de salubridade dos edifícios em questão. Estas técnicas também são aplicadas em edifícios tradicionais portugueses, mas em menor quantidade.

Entretanto, no que diz respeito a coberturas, pavimentos ou revestimentos, os métodos aplicados neste país coincidem com os aplicados nos edifícios tradicionais portugueses. Sendo interessante fazer-se referência à utilização de papel de parede, nas paredes interiores, de modo a revestir os rebocos, e por sua vez esconder de certa forma algumas fissuras. Para além disto é bastante importante o tratamento das eflorescências em edifícios tradicionais em algumas zonas deste país.

4.2.3. França

Na França, mais especificamente em Paris, existe uma enorme importância no que diz respeito ao manter-se o aspeto histórico e arquitetónico dos edifícios tradicionais, sendo por vezes comum a

demolição de todo o edifício, deixando simplesmente a fachada, de modo a não se perder a aparência do edifício.

No entanto, devido ao clima deste país, o isolamento térmico tal como na Alemanha é um dos elementos mais importantes no que diz respeito a reabilitação de edifícios, mas o tipo de materiais utilizados é semelhante aos portugueses. Em alguns edifícios é comum investir-se mais no isolamento interior e da cobertura de modo a serem evitadas grandes alterações no exterior dos edifícios. Para além disto é comum a mudança dos vidros simples para vidros duplos, de algumas caixilharias e portas, para outras com melhores propriedades térmicas (Proposition De et al., n.d.).

Em termos de fundações, pavimentos e estrutura das coberturas os métodos de reabilitação e reforço mais comuns são os mesmos referidos para Portugal.

Quanto aos revestimentos dos pavimentos, é bastante comum o uso de materiais como cortiça ou pequenas camadas de leca nos pavimentos, de modo a se melhorar o isolamento acústico. Nas paredes a melhor forma de reabilitação é a aplicação de rebocos, com argamassas pobres, muitas vezes reforçados com malhas de fibras de modo a se evitarem fissurações. Os revestimentos de coberturas com elementos cerâmicos ou com elementos de lousa, são tratados das mesmas formas que se foi referindo anteriormente.

No entanto é interessante conhecer-se a reabilitação e reforço com dos telhados com chapas de zinco, visto que são os mais comuns em algumas zonas de França, e pode vir a ser interessante o uso de algumas destas peças como por exemplo caleiras ou algerozes nos telhados dos edifícios tradicionais portugueses. Na reabilitação e reforço destes telhados típicos de alguns edifícios franceses, podem necessitar de ser removidas ou trocadas peças, de modo a se conseguir uma melhor impermeabilização da cobertura. Mais uma vez deve fazer-se atenção a pontos singulares como por exemplo as cumeeiras ou remates das chaminés, que devem ser construídos de acordo com alguns pormenores construtivos (figura 140).

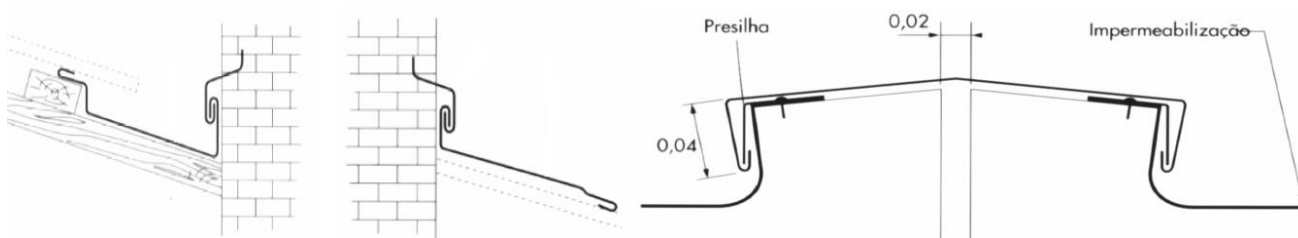


Figura 140 - Pormenores construtivos de pontos singulares de telhados de zinco (Vi, n.d.)

4.2.4. Espanha

A Espanha, como já foi referido anteriormente é um país que apresenta praticamente o mesmo tipo de anomalias existentes nos edifícios portugueses. Entretanto segundo o gráfico do panorama de reabilitação Europeu, este país encontrava-se à frente de Portugal, no entanto, chegou-se à conclusão que grande parte dos métodos de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais espanhóis, são comuns aos referidos anteriormente para os edifícios antigos portugueses.

Apesar disto podem acrescentar-se algumas técnicas de reabilitação e reforço, como o reforço de fissuras através de elementos metálicos (figura 141), solução que normalmente resulta melhor para fissuras passivas.

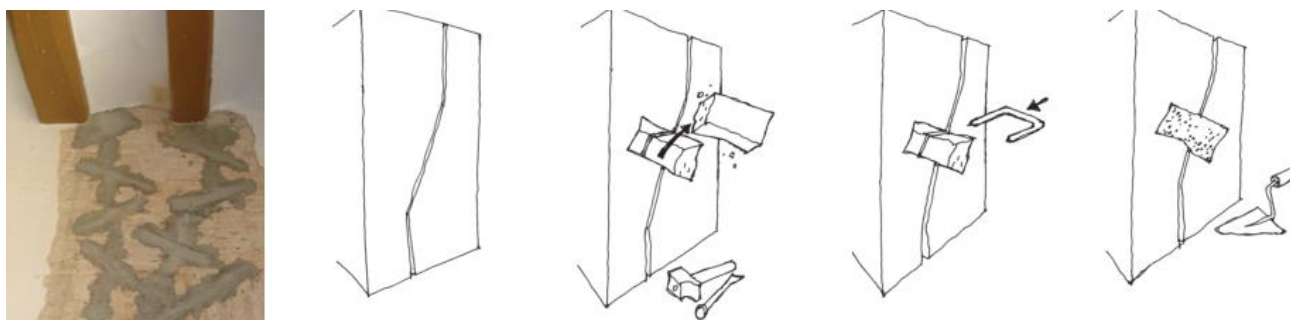


Figura 141 - Exemplo de aplicação de peças metálicas para reabilitação de fissuras (“Herramienta 8,” n.d.)

Outra técnica que não foi descrita para os edifícios portugueses mas bastante interessante é a criação de contrafortes, que são normalmente aplicados quando as paredes não apresentam resistência suficiente para a aplicação de tirantes. No entanto trata-se de uma técnica que precisa de espaço para ser aplicada.

No que diz respeito ao reforço dos elementos estruturais de madeira das coberturas e pavimentos através de novos elementos de madeira, apresenta-se no esquema da figura 142 com várias formas de reforço.

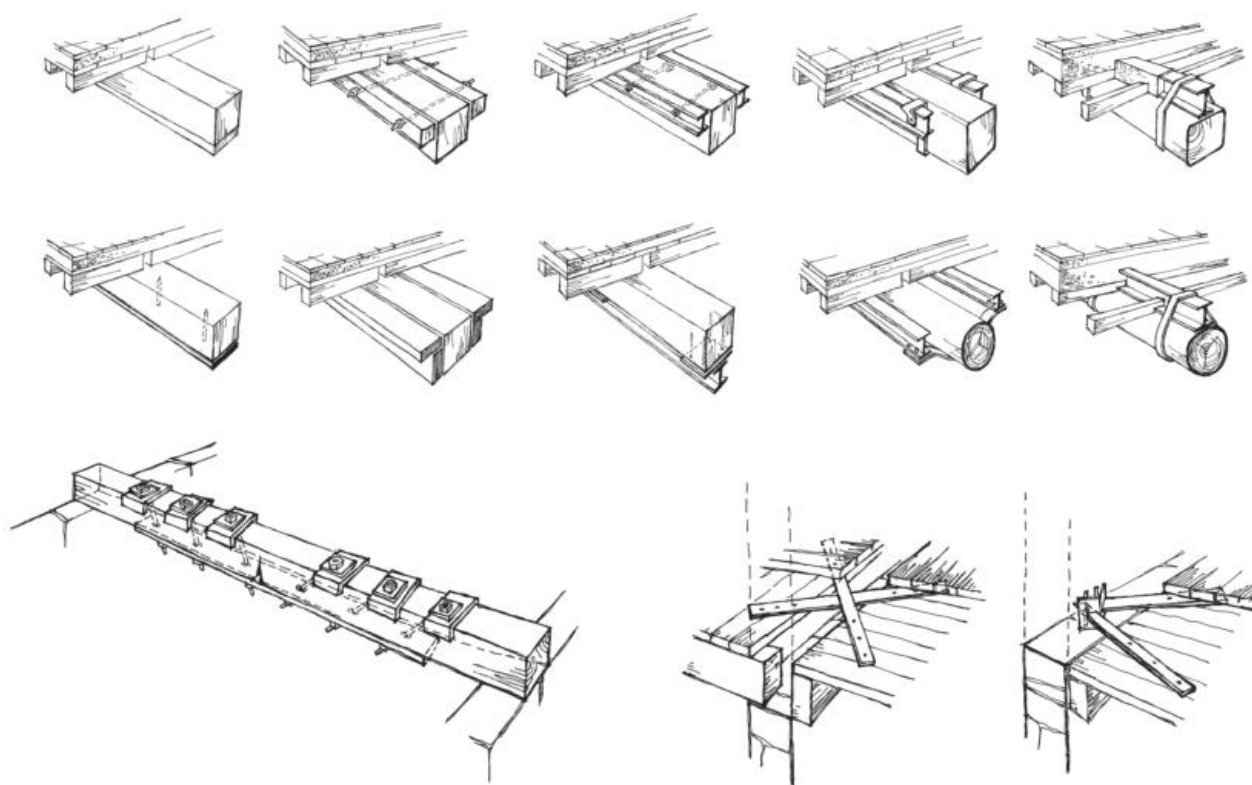


Figura 142 - Esquema representativo de várias formas de reforço de elementos de madeira das estruturas dos pavimentos e coberturas (“Herramienta 8,” n.d.)

Para além destes, outro método de reforço dos pavimentos é a aplicação de camadas finas de betão com uma viga em toda a volta ligada às paredes resistentes (figura 143). Este método só deve ser aplicado em depois do caso ser bem estudado e de se saber que o pavimento em madeira existente e as paredes resistentes conseguem resistir aos esforços causados por esta técnica. Para além disto, deve ser feito um isolamento entre a camada nova de betão e a madeira existente de modo a se evitar presenças de água nos elementos de madeira que caso aconteçam podem trazer anomalias associadas. Esta técnica apresenta como uma das principais vantagens um melhoramento acústico bastante bom (“Herramienta 8,” n.d.).

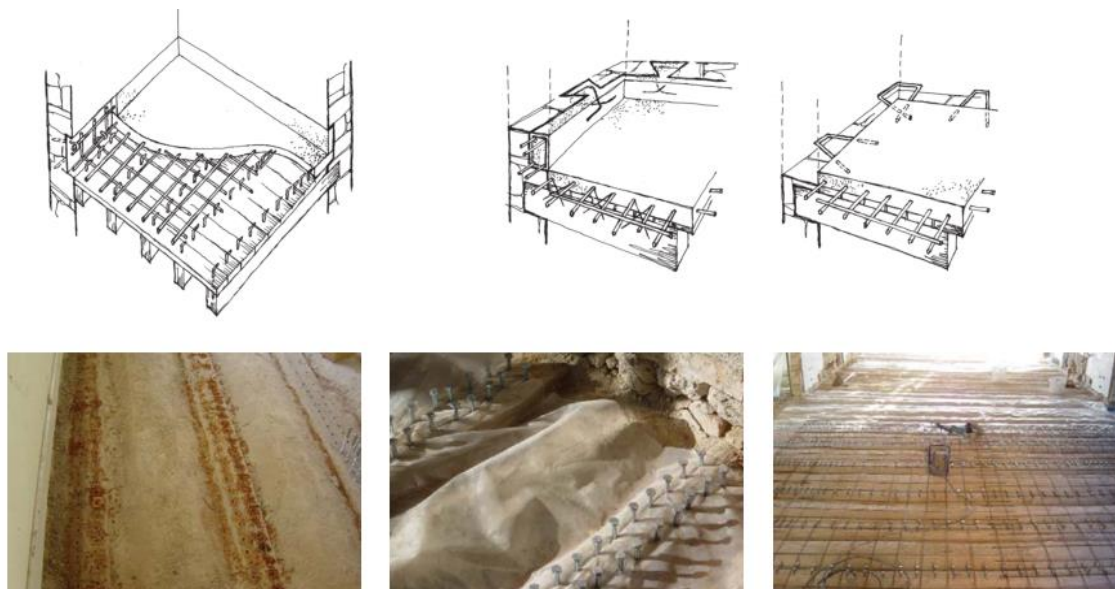


Figura 143 - Exemplo de reforço de pavimentos através da construção de camadas de betão armado (“Herramienta 8,” n.d.)

Nos pavimentos ou coberturas com estruturas em arcos e abobadas, para além das camadas de reforço referidas anteriormente para Portugal, estas podem ser reforçadas com armaduras de ferro, tais como as que estão representadas no esquema da figura 144, que dependem essencialmente dos métodos e materiais usados na construção das estruturas. Esta técnica e a anterior, são normalmente aplicadas também em edifícios tradicionais italianos (“Herramienta 8,” n.d.).

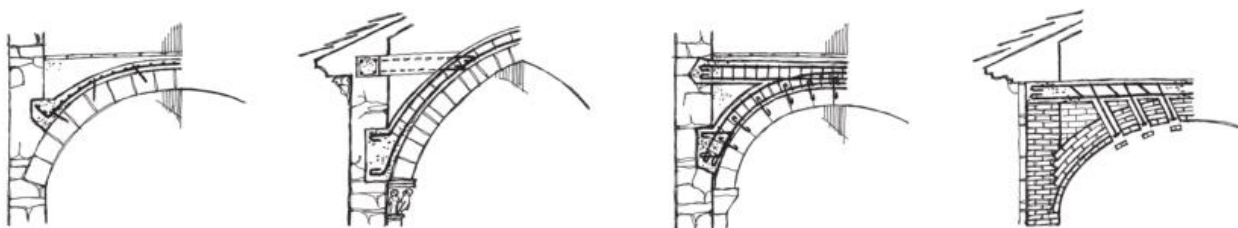


Figura 144 - Esquemas representativos de reforço de estruturas em arcos ou abobadas (“Herramienta 8,” n.d.)

4.2.5. Luxemburgo

No Luxemburgo, a ideia de reabilitação concentram-se essencialmente na aplicação de isolamentos térmicos nos edifícios tradicionais. No que diz respeito a edifícios antigos, tal como acontece na Alemanha, as coberturas apresentam normalmente um péssimo estado, então é bastante comum neste

país a reconstrução de novas coberturas. Os seus elementos estruturais são construídos por asnas de madeira, isolamento térmico entre estas, revestido com um forro de madeira, as ripas e por fim o telhado, normalmente em peças de lousa, seguras com ligadores metálicos.

No que diz respeito ao reforço de pavimentos, paredes estruturais ou fundações as técnicas usualmente aplicáveis são as mesmas usadas para os edifícios tradicionais portugueses. No entanto, no que diz respeito a revestimentos exteriores estes podem ser feitos através de rebocos com argamassas pobres complementados com redes de fibras e pintados. Outra forma de revestimento é a aplicação dos rebocos por cima do isolamento térmico, que é feito normalmente com placas de poliestireno. Quanto às paredes interiores, estas normalmente são feitas com placas de gesso, que podem ser pintadas ou revestidas com papel.

4.2.6. Colômbia (Parent, 2010)

Como foi referido anteriormente no capítulo das anomalias, a Colômbia é um país cujas técnicas de construção dos edifícios tradicionais são essencialmente a taipa e o adobe e que sofre bastante com os sismos. Então, neste ponto vão-se referir essencialmente técnicas de reabilitação e reforço de edifícios deste tipo, no que diz respeito ao reforço sísmico.

Uma forma preventiva dos danos serem tão graves quando existe a ocorrência de um sismo é por exemplo a diminuição do peso das sobrecargas aplicadas sobre as estruturas ou da substituição de telhas de barro por telhados de zinco ou aço galvanizado que são mais leves. Esta técnica é barata mas insuficiente, então é normalmente complementada com outras.

Os pavimentos podem ser reforçados com uma camada de betão armado e uma viga a servir de cinta sísmica, tal como foi descrito anteriormente para a Espanha. Para além disto ainda podem ser reforçados através da aplicação de uma nova camada de soalho na direção contrária do existente. A implementação de uma viga de coroamento nos edifícios é bastante importante na medida em que contribui para o travamento da estrutura.

As paredes estruturais podem ser reforçadas através da aplicação de uma malha metálica, amarrada com elementos metálicos que atravessam as paredes e revestida com argamassas de areia e cal, ou então uma espécie de “malha” de madeira que ajudam no travamento dos elementos de adobe ou taipa, como estão representados na figura 145.

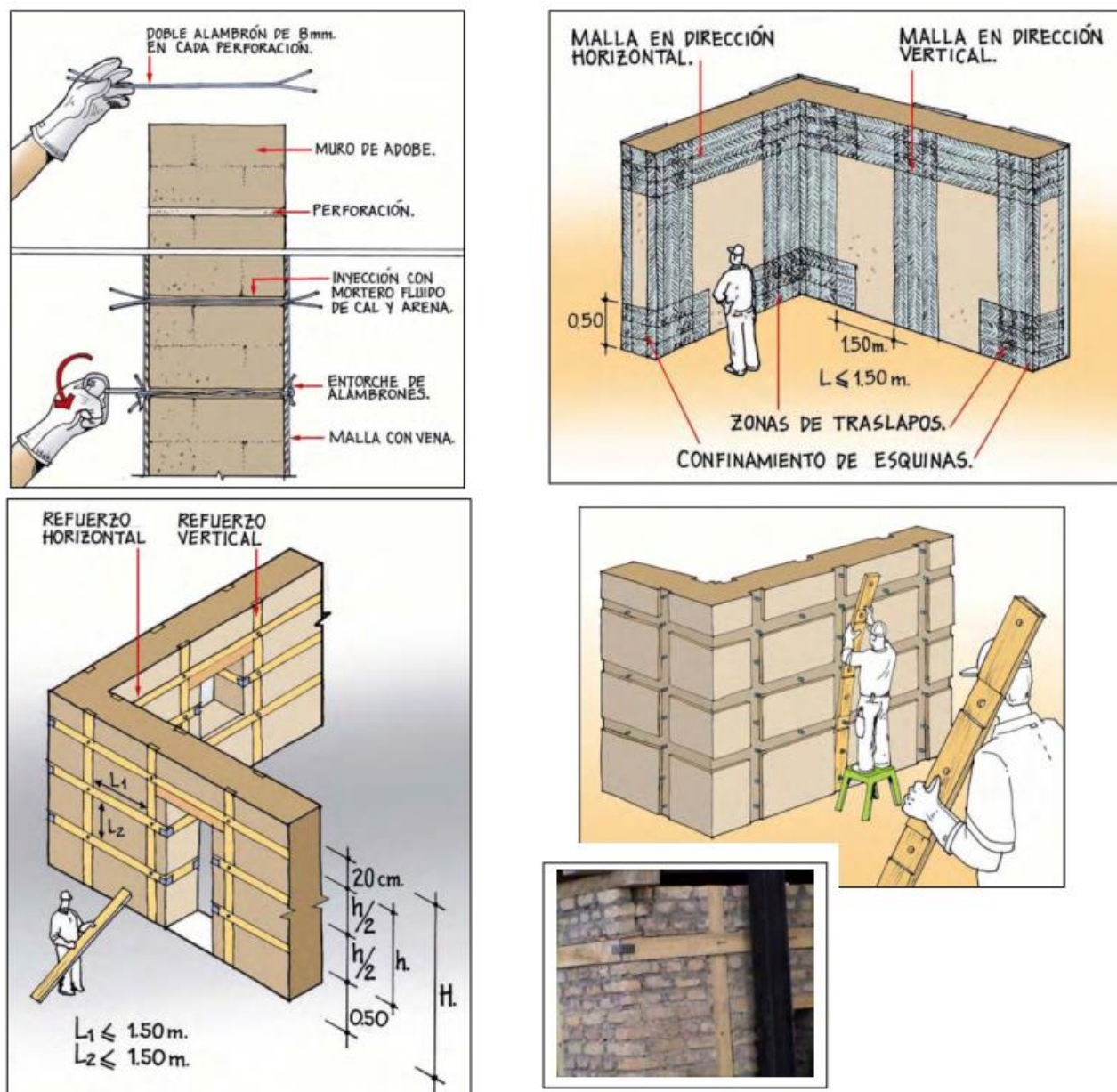


Figura 145 - Esquema representativo do reforço de paredes relativamente às ações sísmicas (A. C. De et al., n.d.)

Por fim, a estrutura das coberturas normalmente deve ser reforçada e o revestimento devidamente fixado para não acontecer a queda de telhas em caso de sismos. Os revestimentos das paredes devem ser com rebocos armados de modo a minimizar as fissurações e desprendimentos de materiais em caso de ações sísmicas.

4.3. Semelhanças e diferenças

Grande parte das técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais são comuns entre Portugal e o estrangeiro, uma vez que os portugueses se baseiam nas técnicas utilizadas no estrangeiro e tentam adaptá-las ao país.

Por exemplo, as técnicas de reforço de fundações através de estacas e microestacas advêm essencialmente da Itália. Os métodos de consolidação de fundações e paredes, para além de serem bastante usados nos vários países, foi nas edifícios franceses que começaram a ter maior impacto. As argamassas e tintas são comuns a todos os países, porque têm que ser compatíveis com as bases onde vão ser aplicados, no entanto a Alemanha já tem desenvolvido uma gama de materiais a aplicar.

As maiores diferenças são essencialmente os novos materiais utilizados nos isolamentos na Alemanha e as espessuras destes quer na Alemanha e no Luxemburgo, que é normal devido às diferenças climáticas. No entanto estes materiais podem ser adaptados para usar em edifícios tradicionais portugueses. O modo de aplicação de isolamento nas coberturas também é um pouco diferente entres os países. Os métodos de drenagem e impermeabilização e de secagem referidos na Alemanha são outra técnica que não foi referida para Portugal, e é bastante utilizada nos países estrangeiros. No entanto já é aplicada em alguns edifícios tradicionais portugueses de grande importância. O reforço de pavimentos com os tijolos é uma outra técnica que não é comum em Portugal, mas pode tornar-se bastante interessante se for utilizada.

Em Itália maiores diferenças são os métodos de intervenção na ascensão de humidade por capilaridade, como o método de redução de secções e o método de electro osmose que não são muito usuais na reabilitação dos edifícios tradicionais portugueses mas que pode ser uma boa solução.

Na França a maior diferença são os revestimentos dos telhados, que de uma certa forma se podem compreender as suas técnicas de reabilitação de modo a se poderem retirar ideias.

Quanto à reabilitação em Espanha, que acaba por estar englobada nos países mediterrânicos, as maiores diferenças são a costura de fissuras com elementos metálicos, e as técnicas de reforço aplicadas nos sistemas de arcos e abóbadas.

Por fim, pode falar-se das técnicas de reforço sísmico apresentadas para a Colômbia, como o reforço com malhas metálicas ou de madeira, uma vez que se tratam de soluções simples mas que apresentam bons resultados.

De resto, as soluções normalmente utilizadas são semelhantes entre Portugal e estrangeiro.

CAPÍTULO 5

Custos

As opiniões sobre os custos das técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais são diversas, quer para Portugal quer para o estrangeiro, e dependem essencialmente das intervenções a realizar e do grau de conhecimentos nos países em que vão ser realizados.

Supondo que um edifício pressupõe a integração e o aproveitamento de alguns elementos construtivos, como fundações, paredes estruturais, pavimentos, entre outros, será necessário uma quantidade menor de materiais a utilizar quando comparada com a construção de um novo edifício. Neste caso, é esperado que os custos de reabilitação sejam menores que os de construção nova. No entanto, podem ser maiores se os custos unitários de cada trabalho forem agravados por circunstâncias específicas, como por exemplo a aplicação de um reboco nas paredes, as dificuldades de acesso ou de movimentação de materiais (Appleton, 2011).

Para os casos em o edifício é totalmente afetado, ficando, por vezes, apenas as paredes mestras, os custos deste tipo de intervenção pouco diferem dos custos de uma construção nova. Podem ser até superiores, devido ao preço unitário dos trabalhos agravados pelos condicionamentos da operação, como já foi referido anteriormente. (Jo & Disserta, 2010)

Por outro lado, é notável que, em Portugal, o custo de cada trabalho de reabilitação é normalmente aumentado, devido essencialmente à falta de empresas especializadas na área, coisa que já não acontece com tanta frequência em países como a Alemanha, Itália ou França. Pode ainda fazer-se referência à insuficiência ou deficiência nos meios utilizados na realização de projetos desta área, o que acaba por agravar os preços de reabilitação (Appleton, 2011).

Para alguns edifícios em que é necessário manter os padrões arquitetónicos e decorativos, os custos unitários ainda se podem tornar mais elevados, uma vez que se tratam de intervenções e técnicas trabalhosas. As descobertas arqueológicas são outro fator de agravamento de custos, uma vez que causam perturbações no planeamento e execução das obras (Appleton, 2011).

No entanto, preservar a construção existente em vez de demolir para depois reconstruir, apresenta bastantes vantagens. Exemplos destas, são a redução dos custos no que diz respeito a demolição, a redução dos custos com licenças e taxas, a aprovação dos projetos nos casos de reabilitação e reforço sem demolição são mais fáceis, a redução dos custos de estaleiros e de perturbações no tráfego

urbano e a redução dos novos materiais a utilizar (“Reabilitação de Edifícios Antigos e Sustentabilidade,” 2010). Neste ponto de vista pode ser mais económico aplicarem-se técnicas de reabilitação e reforço, no que diz respeito ao custo total da obra, do que a reconstrução.

Segundo Filipa & Machado, (2011), as opiniões sobre os custos de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais ainda rondam sobre estes serem mais dispendiosos do que as construções novas, como se pode ver no gráfico da figura 146.

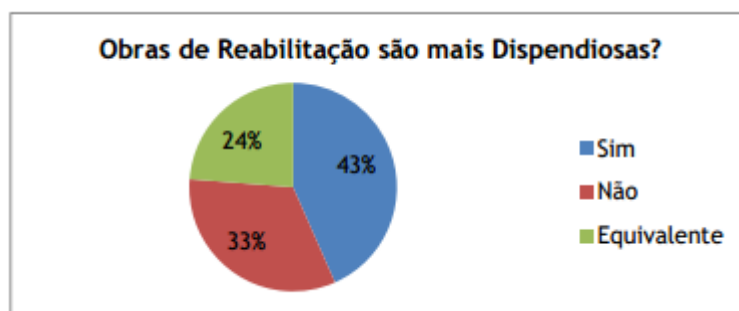


Figura 146 - Gráfico das opiniões sobre custos das obras de reabilitação e reforço comparadas com as construções novas (Filipa & Machado, 2011)

Tendo em conta as opiniões dadas, os 43% de respostas positivas acontecem essencialmente devido à falta de técnicas e mão de obra especializadas, à morosidade dos trabalhos, aos imprevistos e acréscimos de custos, aos cuidados necessários para não danificar as estruturas, às burocracias bem como aos trabalhos de alteração de projetos com maior pormenor. Contudo, os que defendem que os custos dos trabalhos de reabilitação são menores do que os da construção nova apoiam-se essencialmente na ideia de que existe um aproveitamento de materiais, nos incentivos que já existem na área de reabilitação, mas que estão pouco divulgados e nas exigências de construção menos dispendiosas (Filipa & Machado, 2011).

De uma forma geral, a reabilitação e o reforço de edifícios tradicionais têm preços muito variáveis, dependendo do estado de conservação do edifício. No entanto, nos países descritos como estrangeiro neste trabalho, têm custos mais económicos ou semelhantes aos da construção nova em edifícios habitacionais, devido ao facto de já existirem empresas especializadas na área. Quanto aos edifícios pertencentes ao património histórico e arquitetónico, estes apresentam custos normalmente mais elevados, causados essencialmente por pequenos pormenores decorativos que, para além de serem bastante demorosos, tornam os trabalhos mais onerosos. Na Alemanha, é bastante comum os custos de reabilitação serem considerados menores do que a construção normal quando existe um bom

diagnóstico da conservação dos edifícios e se houver uma racionalização em termos das compras dos materiais (Nachwachsende, n.d.).

CAPÍTULO 6

Conclusões e possíveis trabalhos futuros

Neste capítulo pretende-se apresentar as principais conclusões que se podem retirar acerca da reabilitação e reforço de edifícios tradicionais. Portugal, devido ao seu elevado número de casas novas e à suposta crise, não consegue escoar os novos edifícios, sendo este o principal motivo para este país ainda estar atrasado no que diz respeito à reabilitação e reforço, no entanto esta tendência parece estar a querer mudar.

Os edifícios tradicionais portugueses, quando comparados com os franceses, alemães, italianos, luxemburgueses, espanhóis e colombianos, assumidos como estrangeiro neste trabalho, apresentam bastantes semelhanças, quer em termos construtivos, quer em anomalias e típicas causas, bem como relativamente às técnicas de reabilitação e reforço. Estas semelhanças podem ser explicadas pelo facto de as construções antigas, como por exemplo a romana, estarem distribuídas um pouco pela Europa toda. Por outro lado, Portugal aprendeu muito com as técnicas francesas e italianas por exemplo, e tem por hábito basear-se nas técnicas utilizadas nos países estrangeiros. É portanto natural que exista tanto em comum entre Portugal e o estrangeiro.

No entanto, a engenharia portuguesa ainda tem muito que investir em empresas especializadas na área da reabilitação e reforço, visto que para além dos estudos, a experiência é o melhor guia no que diz respeito a este tema. Este é o principal fator que diferencia Portugal da França, da Itália ou da Alemanha, que têm investido em empresas especializadas, acabando por tornar a reabilitação mais económico e acessível.

Relativamente às técnicas de reabilitação e reforço, já existe bastante informação sobre o assunto. No entanto, é necessário investir no comércio, nomeadamente de tintas específicas a serem aplicadas nos edifícios tradicionais ou de aditivos para as argamassas de modo a tornar mais fácil o acesso aos métodos de reabilitação.

No que diz respeito aos custos, se uma obra deste tipo for bem estudada, bem diagnosticada relativamente às anomalias e suas típicas causas e com uma definição prévia das intervenções e técnicas a utilizar, a reabilitação e reforço de edifícios tradicionais pode compensar financeiramente. No entanto, é necessária a realização de um bom investimento prévio que ainda se trata de um fator repulsivo para o avanço deste tipo de obras.

Adicionalmente, a manutenção é a melhor hipótese para prevenir reabilitações profundas. Contudo, este tipo de trabalhos ainda é pouco divulgado em Portugal mas acredita-se que esta tendência vá mudar em breve.

Possíveis trabalhos futuros

Considerando a pesquisa realizada neste trabalho, propõem-se, de seguida, alguns temas, nos quais se pode investir algum estudo, complementando a presente dissertação e investigação na área das técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais:

- Abordagem científica dos problemas referentes ao comportamento estrutural dos edifícios tradicionais;
- Abordagem científica dos problemas suscitados por algumas ações de conservação, reparação ou reabilitação, com materiais incompatíveis;
- Desenvolvimento de métodos de diagnóstico indireto nas fundações, de modo a identificarem-se anomalias e a caracterizar quantitativamente os materiais de fundação;
- Reconhecimento de materiais argilosos existentes em Portugal de maneira a compreender o comportamento das paredes;
- Investimento em ensaios “*in situ*” de modo a caracterizar as alvenarias do país;
- Estudo das composições das argamassas utilizadas neste tipo de edifícios;
- Desenvolvimento de métodos de pintura para este tipo de edifícios;
- A comprovação prática de muitos trabalhos universitários.

Bibliografia

- Antigos, E. D. I. F. (2007a). MADEIRA EM COBERTURAS DE EDIFÍCIOS.
- Antigos, E. D. I. F. (2007b). MADEIRA EM COBERTURAS DE EDIFÍCIOS.
- Appleton, João, 2011, Reabilitação de edifícios antigos - Patologias e tecnologias de intervenção, Amadora, Edições Orion
- Braga, A. P. (n.d.). Materiais de construção.
- Caso, E. De. (2009). DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS Estudo de Caso.
- Castilho, A., Gonçalves, J., Oliveira, L., Magalhães, M., João, M., & Teles, P. (2009). Reabilitação de edifícios As patologias mais frequentes e as técnicas de reabilitação.
- Civil, E. (2010). Organização da apresentação.
- Civil, E. (2012a). Definição de Solo.
- Civil, E. (2012b). Reabilitação e Reforço de Estruturas.
- Coberturas, A. E. M. (2009). Anomalias em coberturas.
- coberturas em terraço antigas - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 21, 2015, from https://www.google.lu/search?q=edificios+antigos+com+coberturas+planas&biw=1081&bih=501&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI29yvtKeIyAIVB-wUCh2Aqwtf#tbm=isch&q=coberturas+em+terraço+antigas&imgc=oOJSDeY9kOiPuM:
- CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D ' ENERGIE. (n.d.), 1–71.
- Construção de Tabique da AMTQT. (n.d.). Retrieved September 14, 2015, from <http://tabiquenaamtqt.blogs.sapo.pt/>
- Costruttivi, C., & Storica, E. (2010). Note introduttive sui caratteri costruttivi dell ' edilizia storica veneziana, (1500).
- Couto, A. B. (n.d.). Especificidades e Exigências das Argamassas na Reabilitação de Edifícios Antigos.
- De, A. (2010). A LVENARIA DE P EDRA , T AIPA E A DOBE.
- De, A. C., Sismica, I., & Social, R. E. D. D. E. S. (n.d.). Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada.
- De, P., & Magalhães, A. C. (2002). Patologia de rebocos antigos (1), (1), 1–15.
- De, P., Pour, E. D. E. B., & Rehabilitation, F. D. E. (n.d.). PARC RESIDENTIEL FRANCILIEN FICHES DE REHABILITATION POUR DES EXEMPLES DE BATIMENTS TYPES POUR 5 FICHES DE REHABILITATION FICHES DE REHABILITATION POUR DES.
- Do, H., Manuel, J., Co, B., & Cardoso, A. (2009). CNOLOG IA E REA ÃO DE RE MENTOS E E COBERTURAS IN NCLINAD Nuno Miguel Seixas Lopes tenção do o Grau d e Mestre e em Diss ertação para obt E ngenhar ria de Ae eródromo os.

- Doutora, P., & Clara, M. (2009). A Reabilitação Habitacional em Portugal SOLARH. edifícios em pedra - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 16, 2015, from https://www.google.lu/search?q=edificios+em+pedra&biw=1081&bih=466&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIh6XA-pv8xwIVI4pyCh1d1g6d#imgrc=RZm-5x3eSbWuFM:
- Em, E. (2010). R EABILITAÇÃO DE TECTOS ESTUCADOS.
- Em, E., & De, A. (2010). T s r p m e a.
- Em, E., & De, U. (2009). E c – g o r e a.
- Em, P., & Alvenaria, P. D. E. (n.d.). (Versão Preliminar), 1–29.
- Em, S. P. (2010). Referência às soluções tradicionais de construção de edifícios em Portugal, 1–24.
- Encyclopedia, W. H. (n.d.). Traditional housing in Germany : Half-timbered house in the “ border triangle ” (Fachwerkhaus in Dreiländereck), 22–26.
- Faccio, P. (2013). Corso di Restauro.
- Fernandes, M. (2006). A taipa no mundo, 1–9.
- Filipa, J., & Machado, M. (2011). Reabilitação de Edifícios / Construção Nova – Situação na Beira Interior.
- Geográfica, I. T. Y., Adecuada, I., Pendientes, D. E. L. A. S., Elaboración, T. D. E., En, Y. P., Largo, L. O., & Historia, D. E. L. A. (n.d.). Índice 1.
- Herramienta 8. (n.d.).
- Ilharco, T., & Pinho, D. M. (2008). Pavimentos de madeira em edifícios antigos . Diagnóstico e intervenção estrutural.
- Integrata, C., Beni, D. E. I., & Ambientali, C. E. D. (2005). Umidita’ nelle murature : diagnosi e recupero.
- Ir, M., Reabilitação, I. E., Em, D. E. C., & Pedra, A. D. E. (n.d.). PATOLOGIA E INSPECÇÃO.
- Jo, M., & Disserta, F. T. (2010). Reabilitação de edifícios pombalinos Engenharia Civil.
- Jorge, D., Queir, T., Pinto, S., Gon, D. A., Jo, D., & Gon, C. (n.d.). Engenharia Civil.
- lajedos de pedra edificios - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 21, 2015, from https://www.google.lu/search?q=sobrados+de+madeira&biw=1081&bih=501&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI55u18t-CyAIVzAMaCh2aIQ5L#tbm=isch&q=lajedos+de+pedra+edificios+&imgrc=xm1VE04g0EkMFM:
- Lourenço, P. B. (n.d.). Reabilitação de edifícios de alvenaria e adobe.
- Manual para a conservação e reabilitação da diversidade bioconstrutiva.* (n.d.).
- Mater, A., Universita, S., Bologna, D. I., Ingegneria, F. D. I., Di, C., Specialistica, L., ... Capobianchi, L. (2009). MECCANICA DEI MATERIALI INNOVATIVI DIAGNOSTICA DI

STRUTTURE STORICHE: IL CASO DI STUDIO DEL PALAZZO MALVEZZI DE ' MEDICI IN BOLOGNA.

- Mestrado, D. D. E., & Engenharia, E. M. (2009). “ TEORIA E PRÁTICA DE TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE COBERTURAS DO SEC . XVIII :
- Miguel, J., & Rodrigues, V. (2010). Principais técnicas de consolidação e reforço de paredes de edifícios antigos.
- Minho, U. D. O. (2002). Universidade do minho.
- Muratura, T. D. I. (n.d.). Tecnologia e tecnica costruttiva delle murature antiche (romane). La concezione strutturale degli organismi in muratura con riferimento al costruito storico.
- Nachwachsende, F. (n.d.). Altbausanierung.
- “non spingente” del trilito. (n.d.), 54–80.
- Paisagens geológicas e ciclo das rochas. (n.d.). Retrieved September 14, 2015, from <http://pt.slideshare.net/treis/paisagens-geolgicas-e-ciclo-das-rochas>
- paredes em tabique - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 18, 2015, from <https://www.google.lu/search?q=paredes+de+taipa&biw=1081&bih=501&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&sqi=2&ved=0CB0QsARqFQoTCKfLqQH3gMgCFYjxFAodxXEIQA#tbm=isch&q=paredes+em+tabique&imgsrc=0-LElzM7ZPLQM:>
- Parent, P. (2010). RAPPORT D ' INSPECTION.
- Paulo Jones - Restauro, Reabilitação, Recuperação, Arquitectura. (n.d.). Retrieved September 16, 2015, from <http://paulojones.com/tecnicas/pedra.php#duas>
- pavimentos interiores edificios antigos - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 21, 2015, from https://www.google.lu/search?q=sobrados+de+madeira&biw=1081&bih=501&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI55u18t-CyAIVzAMaCh2aIQ5L#tbm=isch&q=pavimentos+interiores+edificios+antigos&imgsrc=KjXpMIJ_GcyJtM:
- pavimentos lajedos de pedra - Pesquisa Google. (n.d.). Retrieved September 19, 2015, from https://www.google.lu/search?q=lajedos+de+pedra+interiores&biw=1081&bih=501&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIIn_T6vOSCyAIVRkYUCh3nUgZs#tbm=isch&q=pavimentos+lajedos+de+pedra&imgsrc=xvZLfkYn2vcQWM:
- Pinturas, E. E. (2007). I - Argamassas de paredes antigas Paredes Antigas LNEC, 1–19.
- Posts about traditional buildings in germany on Starting over in Stuttgart. (n.d.). Retrieved October 26, 2015, from <https://startingoverinstuttgart.wordpress.com/tag/traditional-buildings-in-germany/>
- Pr, G. (n.d.). O AMIANTO-CIMENTO Guia Prático ATENÇÃO.
- Prof, P., Loforte, F., Ribeiro, T., Eng, O., & Gaspar, M. (2008). Estrutura Geral de Custos em Obras de Reabilitação de Edifícios Francisco Vieira da Fonseca de Lima Mayer Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil Júri.

- Raquel, J., & Roseiro, F. (2012). REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS ANTIGOS Estudo de caso.
- Reabilita, S. C. D. E., & Funda, D. E. (2014). M 2014.
- Reabilitação de Edifícios Antigos e Sustentabilidade. (2010).
- Reabilitação habitacional e o setor da construção civil Sumário. (n.d.).
- Ricardo, T., & Antunes, S. (2012). MICROESTACAS Telmo Ricardo Sousa Antunes Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Construção e Reabilitação Júri.
- Roque, J. C. A., & Lourenço, P. B. (n.d.). No Title, 1–16.
- Russo, S. (2006). progetti sul territorio : l ' Università Iuav di Venezia e il Veneto.
- Sais, C. D. E., Em, S., & Antigos, E. (2012). Controlo e prevenção de anomalias devidas à cristalização de sais solúveis em edifícios antigos.
- Segurança, V. De, & João, M. (2010). Técnicas de Recalçamento e Reforço de Fundações Engenharia Civil Júri.
- Senales, V. (n.d.). A ogni edificio storico il suo tetto, (38 cm).
- Sicurezza, P. E., Edifici, D., Monumentali, S. E., Geotecnica, P. D. I., & Vannucchi, G. (2007). NEL RESTAURO MONUMENTALE.
- Sousa, L. D. E. (2003). Construções em alvenaria.
- Tavares, A. (2011). Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios Guia de intervenção.
- Tr, U. D. E., Douro, A., Constru, C. T. D. E., Interven, C. D. E., Fachadas, E. M., Edif, C. D. E., ... Real, U. V. (2009). Técnicas Tradicionais de construção, anomalias e técnicas de intervenção em fachadas e coberturas de edifícios antigos- Tese de mestrado de engenharia civil.
- Unido, R. (n.d.). SUSTENTABILIDADE NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS Contexto.
- Varum, H., Costa, A., Velosa, A., Martins, T., Pereira, H., & Almeida, J. (2005). Caracterização mecânica e patológica das construções em Adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação.
- Vi, C. (n.d.). Capítulo vi funilarias.

Anexo I - Entrevistas

Itália



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2015

"Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios Tradicionais"

Entrevista

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, eu Tânia Marisa da Silva Almeida pretendo realizar esta entrevista com o objetivo de complementação de informações para a minha dissertação cujo tema é: "Técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais". Definindo-se como edifícios tradicionais aqueles que provêm da época anterior à era betão armado, interessa saber como eram construídos estes edifícios, as anomalias e suas típicas causas, algumas técnicas de reabilitação e reforço utilizadas em diferentes países e referências a custos, em diferentes países.

Nome: Elsa M. Santos

Profissão: Estagiária – Engenharia Civil

Data: 5/10/2015

País:

Questão 1: No seu país, tem noção se a reabilitação de edifícios antigos é um tema já bem estudado, ainda está em fase de desenvolvimento ou ainda apresenta muita falta de informação? (É o tema da "moda" como em Portugal?)

Em Itália a reabilitação de edifícios antigos é um tema extremamente importante e estudado.

Questão 2: Tem conhecimento de algum guia, manual de reabilitação ou algo do género para se cumprir, por exemplo na inspeção em obra? (Como analisar uma obra deste tipo, mapa de anomalias e típicas causas, técnicas construtivas que podem ser aplicadas)

Todos os guias, legislação e manuais são iguais aos usados em Portugal, como os Eurocódigos, mapas de patologias dos edifícios, sistemas de segurança.



Questão 3: De uma forma geral pode dizer-me como eram construídos os edifícios tradicionais neste país? (Em termos de materiais e técnicas utilizadas e especificando um pouco para cada elemento construtivo: fundações, paredes estruturais, paredes divisórias, pavimentos, coberturas e revestimentos)

A maior parte dos edifícios italianos, antigos, tinham características específicas, tais como:

Fundações: em madeira (muito utilizadas)

Paredes: adobe ou pedra

Um pé-direito bem alto

Pintura muito simples

Janelas de grande altura e com portadas

Coberturas planas, com terraço

Os pavimentos de madeira ou com azulejo simples

Grande parte dos edifícios não possui elevador (os mais antigos) e contêm escadas estreitas

Questão 4: No que diz respeito a anomalias e típicas causas, existem algumas relevantes no país? Consegue enumerar algumas que sejam mais frequentes quando se faz uma inspeção num edifício deste tipo? (Mais uma vez é interessante poder referir-se para cada elemento construtivo como foi pedido na questão anterior)

Quanto às anomalias mais frequentes podem ser referenciadas: ligeira inclinação da estrutura devido a águas; humidade e fluorescências, devido à falta de sol de algumas divisórias, como consequência da arquitetura e local do edifício.



Questão 5: Depois de se compreender como eram construídos os edifícios, os materiais utilizados e as suas principais anomalias, peço então que me indique as técnicas de reabilitação e reforço mais utilizadas nos edifícios tradicionais. (Como na questão anterior é interessante separar-se por elementos construtivos)

É muito utilizado o papel de parede (com pintura), não deixando desvanecer o "antigo" do edifício, ou mesmo recriar o património, com desenhos e pormenores clássicos nos edifícios. (tenho algumas imagens que posso mostrar)

Questão 6: Por fim, pedis que me desse uma noção dos custos que apresenta uma obra de reabilitação e reforço, ou pelo menos uma comparação com os edifícios construídos hoje em dia. (Se se torna mais caro, mais barato ou se é equivalente o preço de uma obra de reabilitação comparado com uma obra de construção)

Ao nível de edifícios habitacionais torna-se relativamente o mesmo preço. Ao nível de património histórico e arquitetónico torna-se mais caro.

Questão 7: Existe mais alguma coisa que ache interessante referir acerca dos edifícios tradicionais?

França



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2015

"Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios
Tradicionais"

Entrevista

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, eu Tânia Marisa da Silva Almeida pretendo realizar esta entrevista com o objetivo de complementação de informações para a minha dissertação cujo tema é: "Técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais". Definindo-se como edifícios tradicionais aqueles que provêm da época anterior à era betão armado, interessa saber como eram construídos estes edifícios, as anomalias e suas típicas causas, algumas técnicas de reabilitação e reforço utilizadas em diferentes países e referências a custos, em diferentes países.

Nome: HUYGHUES-DESPOINTES

Profissão: Engenheiro civil

Data: 31/08/2015

País: França

Questão 1: No seu país, tem noção se a reabilitação de edifícios antigos é um tema já bem estudado, ainda está em fase de desenvolvimento ou ainda apresenta muita falta de informação? (É o tema da "moda" como em Portugal?)

Na França, a problemática da conservação e da reabilitação é muito desenvolvida. Existe varias leis para preservar os edifícios antigos ou só as partes visíveis. Se um edifício é classificado "historico" o estado tem obrigação de manter-lo.

Agora o desenvolvimento da reabilitação é sobre o conhecimento das técnicas usadas para fazer as reabilitações que respeitam os edifícios. Se o projeto respeita a estética do edifício, o projeto pode ser qualquer coisa. Seja a futura utilização pode ser completamente diferente da inicial. Por exemplo, um forte transformado num hotel.

Questão 2: Tem conhecimento de algum guia, manual de reabilitação ou algo do género para se cumprir, por exemplo na inspeção em obra? (Como analisar uma obra deste tipo, mapa de anomalias e típicas causas, técnicas construtivas que podem ser aplicadas)



Não sei se existe guias ou manual para examinar edifícios. Acho que não tem guia geral, seria uma coisa gigante e muito complicado pois, seria cheio de casas diferentes.

Como de costume, se apresenta uma situação dessa, o diagnóstico seria feito por um experto, ou simplesmente pela empresa especializada

Questão 3: De uma forma geral pode dizer-me como eram construídos os edifícios tradicionais neste país? (Em termos de materiais e técnicas utilizadas e especificando um pouco para cada elemento construtivo: fundações, paredes estruturais, paredes divisórias, pavimentos, coberturas e revestimentos)

A resposta desta questão é variada na França por cause que as matérias da construção dependem dos recursos e do tempo locais.

Vou espasar as técnicas de construção da minha região perto do rio Loire.

O tempo é um pouco húmido e as temperaturas variam entre -15 e +30°C.

Os muros são construídos com pedaços de calcário ligado com cimento. As parte cercas das aberturas são feitas com as maior pedras cortadas. Entre as aberturas os muros são encheadas de pedra de tamanho menor. Para ter um melhor aspecto, as pedras pequenas são engessadas.

O teto, é feito de uma estrutura de madeira carregando ardósia





Questão 4: No que diz respeito a anomalias e típicas causas, existem algumas relevantes no país? Consegue enumerar algumas que sejam mais frequentes quando se faz uma inspeção num edifício deste tipo? (Mais uma vez é interessante poder referir-se para cada elemento construtivo como foi pedido na questão anterior)

- 1- *O maior problema com esse tipo de construção, são as águas de infiltração. Elas vem do teto ou do chão. A água se infiltra no calcário como numa esponja. após a pedra entra em putrefacção ou racha por causa da expansão do gelo no inverno.*
- 2- *Outro problema comum são as térmitas que comem o madeiro*

Questão 5: Depois de se compreender como eram construídos os edifícios, os materiais utilizados e as suas principais anomalias, peço então que me indique as técnicas de reabilitação e reforço mais utilizadas nos edifícios tradicionais. (Como na questão anterior é interessante separar-se por elementos construtivos)

- 1- *Manutenção do teto*
- 2- *Matar as térmitas com um tipo de fumaça especial*

Questão 6: Por fim, pedía que me desse uma noção dos custos que apresenta uma obra de reabilitação e reforço, ou pelo menos uma comparação com os edifícios construídos hoje em dia. (Se se torna mais caro, mais barato ou se é equivalente o preço de uma obra de reabilitação comparado com uma obra de construção)

Nao conheço o custo exato da reabilitação. So sei que ela se torna mais cara que o novo. As causas principais são :

- *os trabalhadores tem que ser especialistas*
- *os materiais de construção são mais caro, pois eles não sao comum*
- *os prazos são maiores*



Universidade de Avelro

Departamento de Engenharia Civil

2015

"Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios
Tradicionais"

Questão 7: Existe mais alguma coisa que ache interessante referir acerca dos edifícios tradicionais?

Os materiais da construção vem da natureza e perto dos edifícios. Tem pouco transporte e as obras produzem pouco lixo. Então as construção tradicionais são muito melhor para o meio ambiente que as novas

Fico muito grata pela atenção dispensada!

Assinaturas:

Luxemburgo



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2015

Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios
Tradicionais

Entrevista

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, eu Tânia Marisa da Silva Almeida pretendo realizar esta entrevista com o objetivo de complementação de informações para a minha dissertação cujo tema é: "Técnicas de reabilitação e reforço de edifícios tradicionais". Definindo-se como edifícios tradicionais aqueles que provêm da época anterior à era betão armado, interessa saber como eram construídos estes edifícios, as anomalias e suas típicas causas, algumas técnicas de reabilitação e reforço utilizadas em diferentes países e referências a custos, em diferentes países.

Nome: *Pedrosa Filipe*

Profissão: *Engenheiro civil*

Data: *29/07/2015*

País: *Luxemburgo*

Questão 1: No seu país, tem noção se a reabilitação de edifícios antigos é um tema já bem estudado, ainda está em fase de desenvolvimento ou ainda apresenta muita falta de informação? (É o tema da "moda" como em Portugal?)

A reabilitação é um tema bem estudado do facto que na vila do Luxemburgo os edifícios são antigos e não podem ser demolidos.

Questão 2: Tem conhecimento de algum guia, manual de reabilitação ou algo do género para se cumprir, por exemplo na inspeção em obra? (Como analisar uma obra deste tipo, mapa de anomalias e típicas causas, técnicas construtivas que podem ser aplicadas)

A experiência é o melhor guia, um manual de reabilitação não existe ou eu não tenho conhecimento disso.



Questão 3: De uma forma geral pode dizer-me como eram construídos os edifícios tradicionais neste país? (Em termos de materiais e técnicas utilizadas e especificando um pouco para cada elemento construtivo: fundações, paredes estruturais, paredes divisorias, pavimentos, coberturas e revestimentos)

As paredes estruturais eram de pedra e cacha e outros elementos que serviam de argamassa. As paredes estruturais serviam de fundações do facto que eram enterradas de 1 metro. Paredes divisorias não raras nestes edifícios.

Questão 4: No que diz respeito a anomalias e típicas causas, existem algumas relevantes no país? Consegue enumerar algumas que sejam mais frequentes quando se faz uma inspeção num edifício deste tipo? (Mais uma vez é interessante poder referir-se para cada elemento construtivo como foi pedido na questão anterior)

As anomalias são os muros fissurados ou em mau estado por causa por exemplo da humidade. Normalmente o elemento em pior estado é o telhado, do facto que a madeira está podre ou era de má qualidade o que implica que o telhado desbaca-se para dentro.

Questão 5: Depois de se compreender como eram construídos os edifícios, os materiais utilizados e as suas principais anomalias, peço então que me indique as técnicas de reabilitação e reforço mais utilizadas nos edifícios tradicionais. (Como na questão anterior é interessante separar-se por elementos construtivos)



Questão 6: Por fim, pedia que me desse uma noção dos custos que apresenta uma obra de reabilitação e reforço, ou pelo menos uma comparação com os edifícios construídos hoje em dia. (Se se torna mais caro, mais barato ou se é equivalente o preço de uma obra de reabilitação comparado com uma obra de construção)

Reabilitar um edifício custa normalmente mais que construir de raiz do facto que os antigos edifícios não temem isolamento. Muitas das vezes temos que retirar todos os elementos que estão danificados para os separar depois por novos elementos. Se o edifício estiver em bom estado então aí, a reabilitação do edifício pode ser mais barata.

Questão 7: Existe mais alguma coisa que ache interessante referir acerca dos edifícios tradicionais?

Fico muito grata pela atenção dispensada!

Assinaturas:

Bélgica



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2015

"Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios
Tradicionais"

Interview

In the field of compliance with the requirements for obtaining the Master's Degree in Engineering, I, Tânia Marisa da Silva Almeida, intend to execute this interview with the aim of complementary information for my dissertation being the theme: "Rehabilitation and reinforcement techniques of traditional buildings".

Defining as traditional buildings those which come from the earlier era to the reinforced concrete era, it is important to know how these buildings were built, its anomalies (defects) and typical causes, some rehabilitation and reinforcement techniques used in the various countries and references to costs in the different countries.

Name: Sander Franco

Occupation: Student Civil Engineer

Date: 14/9/2015

Country: Belgium

Question 1: In your country, do you have any idea if the rehabilitation of old buildings is already a well known theme, if it's in the development phase or if it still lacks a lot of information. (It's the "fashion" theme like in Portugal).

Belgium has a lot of Ancient cities, so rehabilitation of old buildings is an important issue. But there is still a lot of research going on. Some companies are really specializing them in this area.

Question 2: Are you aware of any guides, rehabilitation manual or something of that kind to fulfill, for example for work inspection. (How do you analyze a work of this kind, anomalies map and typical causes and which building techniques to use)

I am not really aware about it, but I think a lot of knowledge is gathered in the specialized companies.

Question 3: In general, can you tell me how the traditional buildings were built in this country? (In terms of equipments/materials and techniques used and specifying a bit for each constructive element: foundations, structural walls, partition walls, pavements, toppings and coatings).



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2015

"Técnicas de Reabilitação e Reforço de Edifícios Tradicionais"

The ancient buildings are made of masonry. A lot of buildings were founded on wooden piles. Mostly the roof is made of roof tiles.

Question 4: Regarding anomalies and typical causes, are there some of any importance in the country?

Can you list some that are more frequent when doing an inspection in a building of this type?

(Once again, it would be relevant to make reference to every constructive element as requested in the previous question).

A common problem happens when a building is founded on wooden piles. For wooden piles it is required that they stay forever under the freatic level. If another building needs to be build, and the ground is drained, this will also influence the the surrounding buildings. Because of the drainage, the wooden piles aren't anymore completely founded in saturated ground, which influences the strength of the wooden piles.

Question 5: After understanding how the buildings were built, the tools used and its main defects, I now ask you to indicate me which rehabilitation and reinforcement techniques are more used in traditional buildings. (As in the previous question, it is important to secede by constructive elements).

Take care with draining urban areas, even more when old buildings are surrounding the construction site.

Question 6: Finally, I ask you to give me an estimate of the costs that a rehabilitation and reinforcement work may present, or at least in comparison with the buildings built nowadays. (If it's more expensive, cheaper or if the costs are similar in the rehabilitation work compared to a construction work).

More expensive, but don't know how much compared to the price of new buildings.

Question 7: Is there anything else you think might be of any importance mentioning in regard to traditional buildings?

I am very grateful for your attention!

Signatures: